

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 47 784.5

Anmeldetag: 10. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber: SRAM Deutschland GmbH, 97424 Schweinfurt/DE

Bezeichnung: Geräuscharme Kettenschaltung

IPC: B 62 M 9/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 3. September 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Faust".

Faust

# S R A M D e u t s c h l a n d G m b H

## Patentanmeldung

### Patentansprüche

#### Anspruch 1

- Kettenschaltung für Fahrräder umfassend eine treibende und eine getriebene Kettenradeinheit, eine Kette 12 zur Übertragung der Antriebskraft sowie einen Kettenumwerfer zum Einleiten des Schaltvorganges,
  - wobei mindestens die angetriebene Kettenradeinheit über mehrere Kettenräder mit unterschiedlichen Zähnezahlen und gleicher Teilung verfügt,
  - wobei die Kettenräder nach aufsteigender Zähnezahl nebeneinander angeordnet sind und benachbarte Kettenräder mit definierter Zahnstellung zueinander ausgerichtet sind,
  - wobei am jeweils größeren Kettenrad 1 mindestens eine Zahngruppe mit einem Referenzzahn 3 und mindestens einem Fangzahn 9 angeordnet ist, die über eine geeignete Zahnform zur Verbesserung des Schaltvorganges verfügen,
- wobei seitlich im Zahnbereich des größeren Kettenrades 1 Gestaltungsmaßnahmen getroffen sind, die das Umwerfen der Kette 12 auf das größere Kettenrad 1 unterstützen bzw. verhindern,
  - wobei die Kette 12 die gleiche Teilung wie die Kettenräder aufweist und an den aufeinander folgenden Kettengelenken jeweils ein Paar Innen- und Außenlaschen angeordnet sind,
  - dadurch gekennzeichnet,
  - dass der Referenzzahn 3 und der in Antriebsdrehrichtung nachfolgende Zahn 4 jeweils eine zum kleineren Kettenrad 11 gerichtete seitliche Aussparung 2 aufweist, um beim Schaltvorgang das Eintauchen dieser Zähne in die Laschenzwischenräume zu verhindern und dass jede Aussparung 2 eine Auflauframpe 7 bildet.

### Anspruch 2

Kettenschaltung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Aussparung eine Auflauframpe **7** bildet, die bis zum nachfolgenden Zahnguss **8** verläuft und einer Außenlasche **13**, beim Schaltvorgang zum größeren Kettenrad **1**, als Aufstiegshilfe dient.

### Anspruch 3

Kettenschaltung nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Auflauframpe **7** am Zahnfuß des jeweiligen Zahnes in die Außenkontur des größeren Zahnrades **1** übergeht.

### Anspruch 4

Kettenschaltung nach den Ansprüchen 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass an Stelle der beiden Aussparungen **2** eine sich über den Referenzzahn **3** und den nachfolgenden Zahn **4** erstreckende, gemeinsame Aussparung angeordnet ist und die Funktion der hierdurch entfallenden Auflauframpe **7** im Bereich des Referenzzahnes **3** von einer entsprechend geformten, inselförmigen Materialerhebung oder von einer zusätzlich angeordneten Aufstiegshilfe übernommen wird.

### Anspruch 5

Kettenschaltung nach den Ansprüchen 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Tiefe der Aussparung **2** etwa der Laschendicke entspricht und somit der Kette **12**, am Ende des Schaltvorganges, einen entsprechend großen axialen Weg in Richtung des endgültigen Kettenverlaufes ermöglicht.

**Anspruch 6**

Kettenschaltung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Referenzzahn **3** und der in Antriebsdrehrichtung nachfolgende Zahn **4** je-  
weils eine zum kleineren Kettenrad **11** gerichtete Abweisfase **5** aufweist, um beim  
Schaltvorgang das Eintauchen dieser Zähne zwischen ein Außenlaschenpaar zu  
verhindern.

**Anspruch 7**

Kettenschaltung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Abweisfase **5** auf der in Drehrichtung zeigenden Zahnkontur stark ausge-  
prägt ist und auf der entgegengesetzten Seite am Zahnrücken ausläuft.

**Anspruch 8**

Kettenschaltung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Zahnrücken des zweiten Zahnes nach dem Referenzzahn **3** an der zum  
kleineren Kettenrad **11** gerichteten Stirnseite über eine Auslauffase **6** verfügt, die  
entgegen der Drehrichtung schräg nach hinten verläuft und somit eine Schaltgasse  
für eine auflaufende Außenlasche **13** bildet.

**Anspruch 9**

Kettenschaltung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der dritte Zahn nach dem Referenzzahn **3** als Fangzahn **9** ausgebildet ist und  
auf der zum nächst größeren Kettenrad **1** gerichteten Seite bis zum Zahngrund **8**  
angefast oder angeflacht ist.

Anspruch 10

Kettenschaltung nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass sich der Zahnrücken des Referenzzahnes **3** und des nachfolgenden Zahnes **4** unmittelbar an der zum nächst größeren Kettenrad **1** gerichteten Stirnseite befindet, damit am Ende des Schaltvorganges die Innenlasche **14** bzw. die Kette **12**, bevor sie über den Zahnrücken vor dem Fangzahn **9** gleitet, bereits einen möglichst weiten axialen Schaltweg zurückgelegt hat.

Anspruch 11

Kettenschaltung nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

• dass die Zahnspitze des Referenzzahnes **3** und der beiden folgenden Zähne auf der zum kleineren Kettenrad **11** gerichteten Seite angefast oder gerundet ist, damit am Ende des Schaltvorganges die Innenlasche **14** mit ihrer äußeren Kante nicht abrupt über den Zahnrücken springt, sondern dieser Vorgang gleitend erfolgt.

Anspruch 12

Kettenschaltung für Fahrräder umfassend eine treibende und eine getriebene Kettenradeinheit, eine Kette **12** zur Übertragung der Antriebskraft sowie einen Kettenumwerfer zum Einleiten des Schaltvorganges,

• wobei mindestens die angetriebene Kettenradeinheit über mehrere Kettenräder mit unterschiedlichen Zähnezahlen und gleicher Teilung verfügt,

• wobei die Kettenräder nach aufsteigender Zähnezahl nebeneinander angeordnet sind und benachbarte Kettenräder mit definierter Zahnstellung zueinander ausgerichtet sind,

wobei am jeweils größeren Kettenrad **1** mindestens eine Zahngruppe mit einem Referenzzahn **3** und mindestens einem Fangzahn **9** angeordnet ist, die über eine geeignete Zahnform zur Verbesserung des Schaltvorganges verfügen,

wobei seitlich im Zahnbereich des größeren Kettenrades Gestaltungsmaßnahmen getroffen sind, die das Umwerfen der Kette **12** auf das größere Kettenrad **1** unterstützen bzw. verhindern,

wobei die Kette 12 die gleiche Teilung wie die Kettenräder aufweist und an den aufeinander folgenden Kettengelenken jeweils ein Paar Innen- und Außenlaschen angeordnet sind,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Referenzzahn 3 eine zum kleineren Kettenrad 11 gerichtete seitliche Aussparung 2 aufweist und der nachfolgende Zahn 4 am Zahnrücken über eine zum kleineren Kettenrad 11 gerichtete Abweisfase 5 verfügt, um am Anfang des Schaltvorganges das Eintauchen dieser Zähne in die Laschenzwischenräume zu verhindern und dass die Aussparung 2 am Referenzzahn 3 eine Auflauframpe 7 für eine Außenlasche 13 bildet.

#### Anspruch 13

Kettenschaltung nach Anspruch 12,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass am nachfolgenden Zahn 4 neben bzw. unter der Abweisfase 5 noch eine Auslauffase 6 auf der zum Fangzahn 9 gerichteten Seite angeordnet ist, um zum einen eine Schaltgasse für eine Innenlasche 14 zu bilden und zum anderen das Hochgleiten der Innenlasche 14 am Ende des Schaltvorganges zu erleichtern.

#### Anspruch 14

Kettenschaltung nach Anspruch 12,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Auslauffase 6 am Zahngrund 8 des Zahnes auf der vorderen, zum kleineren Kettenrad 11 gerichteten Seite beginnt und am Zahnrücken oder an der Abweisfase 5 ausläuft.

#### Anspruch 15

Kettenschaltung nach Anspruch 12,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Referenzzahn 3 zusätzlich zur Aussparung 2 noch über eine zum kleineren Kettenrad 11 gerichtete Abweisfase 5 verfügt, um beim Schaltvorgang das Eintauchen zwischen ein Außenlaschenpaar zu verhindern.

Anspruch 16

Kettenschaltung nach Anspruch 15,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Abweisfase **5** auf der in Drehrichtung zeigenden Zahnkontur stark ausgeprägt ist und auf der entgegengesetzten Seite am Zahnrücken ausläuft.

Anspruch 17

Kettenschaltung für Fahrräder umfassend eine treibende und eine getriebene Kettenradeinheit, eine Kette **12** zur Übertragung der Antriebskraft sowie einen Kettenumwerfer zum Einleiten des Schaltvorganges,

wobei mindestens die angetriebene Kettenradeinheit über mehrere Kettenräder mit unterschiedlichen Zähnezahlen und gleicher Teilung verfügt,

• wobei die Kettenräder nach aufsteigender Zähnezahl nebeneinander angeordnet sind und benachbarte Kettenräder mit definierter Zahnstellung zueinander ausgerichtet sind,

wobei am jeweils größeren Kettenrad **1** mindestens eine Zahngruppe mit einem Referenzzahn **3** und mindestens einem Fangzahn **9** angeordnet ist, die über eine geeignete Zahnform zur Verbesserung des Schaltvorganges verfügen,

wobei seitlich im Zahnbereich des größeren Kettenrades **1** Gestaltungsmaßnahmen getroffen sind, die das Umwerfen der Kette **12** auf das größere Kettenrad unterstützen bzw. verhindern,

• wobei die Kette **12** die gleiche Teilung wie die Kettenräder aufweist und an den aufeinanderfolgenden Kettengelenken jeweils ein Paar Innen- und Außenlaschen angeordnet sind,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Außenseite der Innenlaschen **14** mit einer Laschenfase **17** ausgestattet ist, die im Bereich zwischen den beiden Punkten liegt, an der die konvexe Kontur am Ende der Lasche in die mittlere, vorzugsweise konkav verlaufende, Laschenkontur übergeht.

**Anspruch 18**

Kettenschaltung nach Anspruch 17,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Anfasung im mittleren Bereich der Innenlasche **14** einen nahezu geradlinigen Fasenverlauf **19** der Übergangslinie besitzt, die von der Fasenfläche und der noch verbleibenden, nicht angefasten Laschenoberfläche gebildet wird.

**Anspruch 19**

Kettenschaltung nach Anspruch 17,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Innenlasche **14** sowohl über eine Laschenfase **17** an der Außenfläche als auch über eine Innenfase **22** an der Innenfläche verfügt und beide Anfasungen im mittleren Laschenbereich eine gemeinsame Kante bilden, die wesentlich näher an der Innenfläche als an der Außenfläche liegt.

**Anspruch 20**

Kettenschaltung nach Anspruch 19,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass sich die von den der Laschenfase **17** und der Innenfase **22** gebildeten Kanten auf beiden Längsseiten der Innenlasche befinden und abgerundet sind.

**Anspruch 21**

Kettenschaltung nach Anspruch 17,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Innenlasche **14** sowohl über eine Laschenfase **17** an der Außenfläche als auch über eine Innenfase **22** an der Innenfläche verfügt und beide Anfasungen im mittleren Laschenbereich Kanten bilden, die jede für sich abgerundet ist oder beide Kanten mit einer gemeinsamen Rundung ausgestattet sind.

Anspruch 22

Kettenschaltung nach den Ansprüchen 1, 12 und 17,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass eine Kettenradanordnung mit mindestens einem größeren Kettenrad 1 von einer Kette 12 mit außen angefasten Innenlaschen 14 angetrieben wird, wobei am größeren Kettenrad 1 der Referenzzahn 3 mit einer Aussparung 2 und einer Auflauframpe 7 und der nachfolgende Zahn 4 entweder mit einer Aussparung 2 mit Auflauframpe 7 oder mit einer Abweisfase 5 und einer Auslauffase 6 ausgestattet ist.

Anspruch 23

Kettenschaltung nach den Ansprüchen 12,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Auflauframpe 7 über den Zahngrund 8 hinaus in die Zahnflanke des nachfolgenden Zahnes 4 übergeht.

**S R A M      D e u t s c h l a n d      G m b H****Geräuscharme Kettenschaltung**Beschreibung

Die Erfindung betrifft Maßnahmen zur Verringerung von Schaltgeräuschen einer Kettenschaltung, insbesondere für Fahrräder, umfassend eine treibende Kettenradeinheit und eine angetriebene Kettenradeinheit sowie eine diese verbindende Rollenkette. Mindestens eine dieser Kettenradeinheiten besteht aus mehreren Kettenrädern mit unterschiedlichen Zähnezahlen. Die Kette wird von aufeinander folgenden Kettengelenken mit, in abwechselnder Reihenfolge angeordneten, inneren und äußeren Laschenpaaren gebildet. Zum Umwerfen der Kette ist eine Umwerfeinrichtung vorgesehen, um die in die Kettenradeinheit einlaufende Rollenkette in Richtung des neu zu schaltenden Kettenrades zu bewegen. Beim Umwerfen der Kette bildet diese eine Kettenübergangsstrecke, vom Kettenablaufbereich zum Keteneinlaufbereich, zwischen den beiden in Aktion befindlichen Kettenrädern. Die Kettenübergangsstrecke verläuft von einem Kettengelenk, das als letztes Kettengelenk zwischen den letzten beiden Zähnen des kleineren Kettenrades eingreift, zu einem Kettengelenk, das als erstes zwischen zwei Zähnen des größeren Kettenrades eingreift. Dabei wird der erste Zahn am größeren Kettenrad, in Drehrichtung vor der Lücke, in die eine Kettenrolle beim Umschaltvorgang optimal passen würde, als Referenzzahn definiert, während der Zahn der als erster zwischen ein Kettenlaschenpaar eintaucht als Fangzahn bezeichnet wird. Grundsätzlich gilt für den Umschaltvorgang, vom kleineren zum größeren Kettenrad, dass der Fangzahn in aller Regel nur zwischen die Außenlaschen des gerade am Schaltvorgang beteiligten Kettenabschnittes eintaucht. Dies ergibt sich zum einen durch den breiteren La-

schenabstand zwischen den Außenlaschen, der einen entsprechenden Freiraum für den Fangzahn bereithält und zum anderen durch die schmälere Kettenbreite im Bereich der Innenlaschen. Die Innenlasche schmiegt sich beim Umschaltvorgang eng an den in Drehrichtung vor dem Fangzahn befindlichen Zahn an und erleichtert somit das Eintauchen des Fangzahnes in das Außenlaschenpaar. Aufgrund der schmäleren Kettenbreite im Bereich der Innenlaschen kommt die gedachte Mittellinie der Kettenübergangsstrecke näher an das größere Kettenrad bzw. an einen Fangzahn heran, als im umgekehrten Fall, wenn eine Außenlasche am größeren Kettenrad anliegt.

Um den Umwerfvorgang, insbesondere beim Schalten vom kleineren zum größeren Kettenrad, zu erleichtern sind Gestaltungsmaßnahmen mindestens im Bereich der

• Zähne des größeren Kettenrades gegenüber dem kleineren Kettenrad vorgesehen, die den Verlauf der entsprechenden Kettenübergangsstrecke beeinflussen und festlegen.

In der US 4 268 259 wird ebenfalls eine Kettenradeinheit mit einer Rollenkette für eine Kettenschaltung gezeigt. Zur Verbesserung des Schaltvorganges von einem Kettenrad zum nächst größeren Kettenrad werden die beiden am Schaltvorgang beteiligten Kettenräder so um die gemeinsame Achse ausgerichtet, dass die Mitte zwischen zwei benachbarten Zähnen am größeren Kettenrad und die Mitte zwischen zwei benachbarten Zähnen am kleineren Kettenrad gemeinsam auf einer das kleine Kettenrad tangierenden Linie liegt. Der Abstand dieser Punkte bzw. von Mitte zu

• Mitte beträgt ein ganzzahliges Vielfaches der Kettenteilung. Der erste Zahn, der auf die oben angesprochene Mitte bzw. Zahnlücke am größeren Kettenrad folgt, ist in diesem Fall als Fangzahn ausgebildet. Wenn nun beim Umlenken der Kette ein Außenlaschenpaar am Fangzahn ankommt und der Abstand zur definierten Mitte zwischen zwei Zähnen am kleineren und größeren Kettenrad ein ganzzahliges Vielfaches der Kettenteilung beträgt, dann taucht der Fangzahn in den breiten Zwischenraum der Außenlaschen ein. Die Kette läuft nunmehr auf das größere Kettenrad auf. Wenn allerdings eine Innenlasche am ersten Zahn, nach der definierten Mitte zwischen den Zähnen am größeren Kettenblatt, ansteht gelingt wegen des engen Zwischenraumes der Innenlaschen der Eintauchvorgang des ersten Zahnes nicht. Der Eintauchvorgang gelingt erst dem zweiten Zahn, in dessen Bereich gerade ein Au-

ßenlaschenpaar mit breitem Zwischenraum aufläuft, vorausgesetzt er besitzt die Kontur eines Fangzahnes, wie es beim ersten Zahn der Fall ist. Die Ausbildung von zwei benachbarten Fangzähnen und der definierte tangentiale Abstand zwischen dem größeren und kleineren Kettenrad erleichtern somit den Umwerfvorgang der Kette vom kleineren zum größeren Kettenrad.

In der EP 0 313 345 wird eine Kettenradeinheit mit einer Rollenkette für eine Ketten- schaltung gezeigt. Zur Verbesserung des Schaltvorganges, von einem Kettenrad zum nächst größeren Kettenrad, stehen zum einen die Zähne der beiden Kettenrä- der in einer definierten Zuordnung und zum anderen sind an der dem kleineren Ket- tenrad zugewendeten Seite des größeren Kettenrades Aussparungen an bestimmten Zähnen vorgesehen. Des weiteren verfügt das größere Kettenrad, in Antriebsrich- tung gesehen, nach dem ausgesparten Bereich mindestens über einen zum ersten Eingriff in die zu schaltende Kette besonders ausgebildeten ersten Zahn. Dieser er- ste Zahn greift in den von den Außenlaschen gebildeten Zwischenraum der Rollen- kette und fungiert somit als Fangzahn. Befindet sich jedoch gerade eine Innenlasche am ersten Zahn, so kann dieser nicht in den engeren Zwischenraum eingreifen. Die Innenlasche läuft dann seitlich am ersten Zahn vorbei und der dem ersten Zahn fol- gende nächste Zahn wird zum Fangzahn und taucht in den wieder von zwei Außен- laschen gebildeten breiteren Zwischenraum ein. Der erste Zahn und bei Bedarf auch die beiden folgenden Zähne sind besonders als Fang- bzw. Gangwechselzähne ausgebildet, während die restlichen Zähne so gestaltet sind dass sie eher einem Einfädeln in die Zwischenräume der Kettenlaschen entgegenwirken sollen.

Die Tiefe der Aussparungen im Zahnbereich entspricht in etwa der Laschendicke. Die Aussparungen erstrecken sich über zwei Zähne und bilden eine Einlauf- bzw. Auflaufschneise zur Erleichterung des Kettenumwerfvorganges.

Wie man aus dieser und weiteren Schriften zum Stand der Technik ersehen kann, werden im wesentlichen Maßnahmen zur Verbesserung des Umwerfverhaltens der Kette beim Schalten z. B. von einem kleinen Kettenrad auf das benachbarte größere Kettenrad vorgestellt. Schaltvorgänge und speziell der Umschaltvorgang auf ein grö- ßeres Kettenrad werden durch die vorgeschlagenen Maßnahmen wesentlich er- leichtert, sie werden allerdings von störenden Schaltgeräuschen begleitet.

Das Schalten bzw. das Umwerfen der Kette auf das nächst größere Kettenrad erfolgt im lastfreien Kettenbereich, quasi an einer lockeren Kette. Hierbei wird der Umschaltvorgang mit relativ geringen Schaltkräften eingeleitet bzw. die lastfreie Kette zum größeren Kettenrad umgelegt. Gleichzeitig greift das Zugtrumm noch am kleineren Kettenrad an. Beim Weiterdrehen der Kettenradeinheit gelangt der bisher lastfreie, vom kleineren zum größeren Kettenrad führende Kettenabschnitt in den Zugbereich der Kette. Der letzte noch mit der Kette in Eingriff befindliche Zahn dreht sich mit dem kleineren Kettenrad unter der Kette weg und das Zugtrumm der Kette wechselt vom kleineren zum größeren Kettenrad. Damit ändert sich auch die axiale Lage der Kette auf der Kettenradeinheit. Die gespannte Kette gleitet seitlich am größeren Kettenrad hoch und springt dann über den letzten vor dem Gangwechselzahn befindlichen Zahn, wobei sie wieder einen geraden, gestreckten Verlauf einnimmt.

Beim Überspringen dieses Zahnes, wenn eine Kettenlasche, in der Regel eine Innenlasche, über den Zahnrücken streicht, entsteht ein Geräusch. Schaltgeräusche werden im wesentlichen von dem unter Last stehenden Kettenabschnitt verursacht. Dieses Geräusch ist um so lauter, je größer die aktuelle Belastung bzw. die Kettenspannung ist und je größer der Winkel zwischen der seitlich am Zahn des größeren Kettenrades hoch gleitenden Kette und der nach dem Schaltvorgang auf dem größeren Kettenrad ablaufenden Kette ist.

Es ergibt sich somit die Aufgabe für die vorliegende Erfindung, eine geräuscharme Kettenschaltung zu schaffen, bei der die beim Aufspringen des unter Last stehenden Kettenabschnittes auf das größere Kettenrad entstehenden Geräusche nicht auftreten bzw. minimiert werden.

Die Lösung dieser Aufgabe wird im kennzeichnenden Teil des Hauptanspruches und der Nebenansprüche beschrieben. Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Ziel der Erfindung ist es, den Ketteneinlaufbereich bzw. die am Schaltvorgang zum größeren Ritzel beteiligte Zahngruppen so zu gestalten, dass beim Wechsel des unter Zugspannung stehenden Kettenabschnittes vom kleineren zum größeren Kettenrad der axiale Weg der Außenlasche und der ihr nachfolgenden Innenlasche über die entsprechenden Zähne, die sich vor dem Fangzahn befinden, möglichst kurz ist.

Die vorliegende Erfindung sieht mehrere konstruktive Maßnahmen zur Geräuschreduzierung vor. Mit der ersten Maßnahme wird sichergestellt, dass die Kette am Anfang des Schaltvorganges nicht auf einen Referenzzahn und dessen nachfolgenden Zahn aufläuft. Mit der zweiten Maßnahme wird bewirkt, dass am Ende des Schaltvorganges der Weg der Innenlasche und der davor angeordneten Außenlasche über die Zähne, die sich vor dem Fangzahn am größeren Kettenrad befinden, minimiert wird und sich das größere Kettenrad quasi geräuscharm an der Außenlasche vorbei drehen kann. Mit der dritten Maßnahme wird erreicht, dass die Innenlasche, während der Ausrichtphase des Zugtrumms auf dem größeren Kettenrad, nicht abrupt über den Zahnrücken des vor dem Fangzahn angeordneten Zahnes springt, sondern weich aus dem Zahnbereich heraus gleiten kann.



Zur Realisierung der ersten Maßnahme wird sichergestellt, dass am Anfang des Schaltvorganges am Referenzzahn und dem darauf folgenden Zahn kein Ketteneingriff erfolgt und dass am Ende des Schaltvorganges die vor dem Fangzahn befindliche Innenlasche und deren benachbarte Außenlasche, bevor sie über den entsprechenden Zahnrücken springen, möglichst nahe an die hintere Stirnfläche des größeren Kettenrades herankommen.



Damit ein Zahn zu einem Nichtfangzahn umfunktioniert wird, erhält er auf der zum kleineren Kettenrad gerichteten Stirnseite entweder eine Abweisfase am Zahnrücken oder eine Aussparung bis zum Zahnuß bzw. sogar weit darüber hinaus z. B. bis in den Bereich des Zahnußes des benachbarten kleineren Kettenrades.

Damit die, am Ende des Schaltvorganges, seitlich am Zahn entlang gleitende Kettenlasche einen möglichst weiten axialen Weg in Richtung hintere Stirnfläche zurücklegen kann, bevor sie über den Zahnrücken springt, wird die vordere Stirnfläche des Referenzzahns und des darauf folgenden Zahns präpariert. So erhält der Referenzzahn an der vorderen Stirnseite eine Aussparung, die bereits am Anfang des Schaltvorganges das Einfädeln des Zahns in den Laschenzwischenraum der Außenlaschen verhindert. Der dem Referenzzahn in Drehrichtung nachfolgende Zahn ist entweder ebenfalls mit einer Aussparung ausgestattet oder verfügt neben der Abweisfase am Zahnrücken noch über eine weitere Auslaufphase, die sich vom Zahnuß bis zum Zahnrücken erstreckt und sich auf der dem Referenzzahn abge-

wendeten Seite befindet. Diese Auslauffase unterstützt zum einen in der Anfangsphase den Schaltvorgang, indem sie eine Schaltgasse für die Ketteninnenlasche bildet und zum anderen ermöglicht sie, am Ende des Schaltvorganges, beim Hochgleiten der Innenlasche zusammen mit der Abweisfase am Zahnrücken eine axiale Annäherung der Innenlasche an die hintere Stirnseite des Kettenrades.

Somit wird eine Minimierung des axialen Weges der Innenlasche über den Zahn vor dem Fangzahn mit zwei Maßnahmen, einer Aussparung oder durch Anbringung der Abweisfase und der Auslauffase an der zum kleineren Kettenrad gerichteten Stirnseite erreicht.

Damit die Innenlasche am Ende des Schaltvorganges nicht einem axial breiten Zahn

- gegenübersteht, sondern stets an einem Zahn mit Aussparung bzw. an einem Zahn mit einem entgegen der Drehrichtung spitz zulaufenden Zahnrücken anliegt, werden schon am Anfang des Schaltvorganges die Weichen gestellt. Hierzu werden zwei Zähne auf der dem kleineren Kettenrad zugewandten Stirnseite des größeren Kettenrades besonders gestaltet. Der Referenzzahn erhält eine Aussparung etwa in Lashentiefe und der ihm nachfolgende Zahn wird entweder mit einer Aussparung oder mit einer Abweisfase ausgestattet, damit diese beiden Zähne nicht als Fangzahn fungieren. Die Aussparungen am Referenzzahn und an dessen nachfolgendem Zahn haben in etwa die gleiche Kontur und verlaufen an der vorderen Stirnseite des größeren Kettenrades jeweils nicht nur im Bereich der Zähne, sondern erstrecken sich radial nach innen, bis auf Höhe des Zahngrundes des benachbarten kleineren Kettenrades. Die Aussparung unterhalb des Zahnes bildet zusammen mit der Zahntante des folgenden Zahnes eine entgegengesetzt zur Antriebsdrehrichtung verlaufende Auflauframpe, an der sich der in Kettenbewegungsrichtung vordere Abschnitt der entsprechenden Außenlasche beim Umwerfen auf das größere Kettenblatt abstützen bzw. daran auflaufen kann. Die Hochlauframpe reicht bis zum Zahnggrund und grenzt somit die beiden Aussparungen voneinander ab.

Beim Umwerfen der Kette vom kleineren zum größeren Kettenrad unterscheidet man zwei Fälle: Zum einen befindet sich beim tangentialen Auslauf der Kette aus dem Bereich des kleineren Kettenblattes gerade eine Außenlasche neben dem Referenz-

zahn und zum anderen befindet sich eine Innenlasche auf gleicher Höhe neben dem Referenzzahn des größeren Kettenrades.

Am Zahnkranz eines Kettenrades haben die Zähne neben der primären Aufgabe der Drehmomentübertragung auch noch die Aufgabe, den Schaltvorgang zu erleichtern bzw. zu erschweren. Ob das Umwerfen der Kette vom kleineren zum größeren Kettenrad erfolgreich ist, wird stark von der Ausrichtung der Zahnlücken der beiden am Schaltvorgang beteiligten Kettenräder und von der Gestaltung der Zähne am größeren Kettenrad beeinflußt. Damit die Kette auf das größere Kettenrad wechselt, muß sich sowohl eine Kettenrolle deckungsgleich neben einer Zahnlücke des größeren Kettenrades befinden, was aufgrund der unterschiedlichen Zähnezahlen der beiden Kettenräder nur an wenigen Stellen gegeben ist, als auch in axialer Richtung genügend Bewegungsfreiraum für die seitliche Auslenkung der Kette vorhanden sein. Eine Schaltgasse, die das axiale Auslenken der Kette ermöglicht, wird durch eine seitliche Aussparung am Referenzzahn und dessen nachfolgendem Zahn geschaffen. Dieser Referenzzahn befindet sich in Antriebsdrehrichtung vor einer Zahnlücke, die sich gerade deckungsgleich neben einer entsprechenden Kettenrolle der Kettenübergangsstrecke befindet.

Gelangt nun eine Außenlasche neben den Referenzzahn, so stützt sie sich an der Auflauframpe ab, die folgende Innenlasche schwenkt seitlich an dem auf den Referenzzahn folgenden, ebenfalls mit einer Aussparung oder mit einer Auslauf- und einer Abweisfase versehenen, Zahn vorbei und der Zwischenraum der folgenden Außenlaschen gelangt über den zweiten auf den Referenzzahn folgenden Zahn. Dieser Zahn ist als Fangzahn ausgebildet und besitzt einen schmalen, entsprechend der auflaufenden Außenlasche ausgerichteten Zahnrücken. Die anschließenden Kettenlaschen laufen nun zwangsweise auf das größere Kettenrad auf und die Zähne des kleineren Kettenrades bewegen sich aus den Laschen des unter Zugspannung stehenden Kettenabschnittes heraus bzw. tauchen nach unten weg. Am Ende des Schaltvorganges, wenn das Zugtrumm der Kette die Richtung geringfügig wechselt und vom kleineren zum größeren Kettenrad springt, wird der axiale Weg der Kette vom kleineren zum größeren Kettenrad in drei Etappen geräuscharm abgebaut. Zuerst legt sich eine Außenlasche seitlich an den mit einer Aussparung versehenen Referenzzahn und dann schmiegt sich die Innenlasche seitlich an den ebenfalls mit

einer Aussparung oder mit einer Auslauffase versehenen, dem Referenzzahn benachbarten Zahn. Der letzte axiale Sprung des Zugtrumms in seine endgültige, der gewählten Gangstufe entsprechenden Position erfolgt, wenn der Zahnrücken des vor dem Fangzahn angeordneten Zahnes außen an der Innenlasche vorbeigleitet. Da eine im Verhältnis zur Außenlasche schmale Innenlasche an dem ausgesparten Zahn anliegt, befindet sich die Kette in einer ihrem endgültigen Verlauf sehr nahen Position, so dass nur noch ein sehr kurzer Weg für die dritte Etappe verbleibt. Eine kurze Etappe wirkt sich positiv auf das auftretende Schaltgeräusch aus. Je kürzer der noch verbleibende Kettenprung, desto geringer ist auch, bei konstanter Kettenspannung, das auftretende Geräusch. Eine Verkürzung des axialen Weges der Innenlasche über den letzten Zahn, dem Zahn nach dem Referenzzahn am größeren Kettenrad, wird durch eine seitliche Aussparung oder durch eine Auslauffase erreicht. Die Aussparung befindet sich an der dem kleineren Kettenrad zugewendeten Stirnseite des größeren Kettenrades an dem nach dem Referenzzahn folgenden Zahn und ihre Tiefe entspricht etwa der Laschendicke. Als Alternative zur Aussparung befindet sich die Auslauffase an der vorderen Stirnseite des gleichen Zahnes. Sie verläuft vom Zahngrund auf der dem nachfolgenden Fangzahn zugewendeten Zahnseite in Richtung hintere Stirnseite bis zum Zahnrücken und läuft dort in die Abweisfase hinein.

Mit der Aussparung bzw. der Auslauffase wird der sich zwischen Referenz- und Fangzahn befindende Zahn sowohl zu einem „Nichtfangzahn“ bzw. „Nichtschaltzahn“ umfunktioniert, wodurch der Ablauf am Anfang des Schaltvorganges beeinflusst wird, als auch eine Verkürzung des axialen Schaltweges der Innenlasche über den letzten Zahn erreicht, wodurch das Schaltgeräusch reduziert wird.

Gelangt jedoch eine Innenlasche neben den Referenzzahn, so findet sie dort keinen Halt, da der Referenzzahn mit einer Aussparung versehen ist, die folgende Außenlasche findet auch keinen Halt, und schwenkt seitlich auf den, dem Referenzzahn folgenden, mit einer Abweisfase bzw. ebenfalls mit einer Aussparung versehenen, Zahn zu.

Für den Fall, dass dieses Kettenrad an Stelle der Aussparungen am Zahn nach dem Referenzzahn über eine Abweisfase verfügt, gelingt der vorgesehene Schaltvorgang

an dieser Stelle nicht. Der Schaltvorgang erfolgt dann erst am nächsten Zahnsegment des größeren Kettenrades, wenn wieder eine Außenlasche seitlich am nächsten Referenzzahn ansteht.

Für den Fall, dass dieses Kettenrad über Aussparungen am Referenzzahn und am nachfolgenden Zahn verfügt, läuft der Schaltvorgang weiter und wird erfolgreich abgeschlossen. Nachdem die Innenlasche am Referenzzahn keinen Halt gefunden hat schwenkt sie seitlich auf den ebenfalls mit einer Aussparung versehenen nächsten Zahn zu. Dabei kontaktiert die an die Innenlasche anschließende Außenlasche die von der Aussparung und der darauf folgenden Zahnflanke gebildete Auflauframpe, zwischen dem ersten und zweiten Zahn nach dem Referenzzahn, wodurch die nun folgende Innenlasche auf ein höheres radiales Niveau angehoben wird. Diese Innenlasche tangiert dabei seitlich den oberen, angeschrägten Bereich des zweiten Zahnes nach dem Referenzzahn. Die Kette läuft nun auf das größere Kettenrad auf und der Zwischenraum des folgenden Außenlaschenpaars gelangt dann über den Zahnrücken des dritten auf den Referenzzahn folgenden Zahnes. Dieser Zahn ist als Fangzahn ausgebildet und besitzt auf der dem kleineren Kettenrad entgegengesetzten Seite eine Aussparung bis zum Zahnfuß und bildet somit eine Schaltgasse für die auflaufende Außenlasche. Auch der folgende Zahn verfügt auf der hinteren abgewendeten Seite über eine Aussparung bzw. ist schmäler um den Einlauf der folgenden Innenlasche zu erleichtern. Die anschließenden Kettenlaschen laufen nun zwangsweise auf das größere Kettenrad auf und die Zähne des kleineren Kettenrads bewegen sich aus den Laschen des unter Zugspannung stehenden Kettenabschnittes heraus bzw. tauchen nach unten weg. Am Ende des Schaltvorganges, wenn das Zugtrumm der Kette die Richtung geringfügig wechselt und vom kleineren zum größeren Kettenrad springt, wird der axiale Weg der Kette vom kleineren zum größeren Kettenrad wieder in drei Etappen geräuscharm abgebaut. Zuerst legt sich eine Außenlasche seitlich an den mit einer Aussparung versehenen Zahn nach dem Referenzzahn und streicht nahezu geräuscharfrei daran vorbei. Danach schmiegt sich die Innenlasche seitlich an den oberen, angeschrägten Bereich des zweiten Zahnes nach dem Referenzzahn und gleitet daran bis zum Zahnrücken hoch. Der letzte axiale Sprung des Zugtrumms in seine endgültige, der gewählten Gangstufe entsprechenden Position erfolgt, wenn der schräg zur hinteren Stirnseite des größeren Kettenrades verlaufende Zahnrücken des, vor dem Fangzahn angeordneten, Zahnes

außen an der Innenlasche vorbeigleitet. Da eine Innenlasche, mit im Verhältnis zum Außenlaschenabstand schmalen Innenlaschenabstand, an dem angeschrägten Zahn anliegt und sich letztlich an der hinteren Stirnseite des größeren Kettenrades vom Zahnrücken ablöst, befindet sich die Kette in einer ihrem endgültigen Verlauf sehr nahen Position. Somit verbleibt nur noch ein sehr kurzer axialer Weg für die dritte Etappe, wenn die untere Kante der Innenlasche über den bis zur hinteren Stirnseite des größeren Kettenrades reichenden Zahnrücken gleitet. Eine kurze Etappe wirkt sich auch hier positiv auf das auftretende Schaltgeräusch aus. Dieses Geräusch wird, bei konstanter Kettenspannung, um so geringer, je kürzer der noch verbleibende Kettensprung ist. Eine Verkürzung des axialen Weges der Innenlasche über den letzten Zahn, dem Zahn vor dem jeweiligen Fangzahn, wird durch einen schräg, bis zur hinteren Stirnseite des größeren Kettenrades, verlaufenden Zahnrücken erreicht.

Da der letzte Kontaktspunkt der Innenlasche am schräg verlaufenden Zahnrücken, nahe an der hinteren Stirnseite des größeren Kettenrades liegt, wird der noch, bis zum endgültigen nach dem Schaltvorgang eingenommenen Kettenverlauf, verbleibende axiale Kettenweg deutlich verringert und somit das Schaltgeräusch reduziert.

Eine weitere Minimierung des Schaltgeräusches bzw. des noch verbleibenden axialen Kettenweges, wenn sich die Innenlasche von dem Zahn ablöst, der sich in Drehrichtung vor dem Fangzahn befindet, gelingt durch eine Verlegung des letzten, axialen Kontaktspunktes an der Innenlasche. Bei den aufgezeigten Lösungen wird der letzte Kontaktspunkt der äußeren Kante der Innenlasche an der zum kleineren Kettenrad gerichteten Kante des Zahnrückens möglichst weit in Richtung der hinteren Stirnfläche des größeren Kettenrades verlegt.

Eine weitere Verkürzung der letzten Etappe, am Ende des Schaltvorganges, wenn die Kette über den letzten Zahn vor dem Fangzahn springt, wird mit einer Maßnahme an der Innenlasche erzielt. Dabei wird der letzte Berührungsplatz, zwischen Innenlasche und dem Zahnrücken des Zahnes vor dem Fangzahn, von der äußeren Kante weiter zur inneren Kante hin verlegt. Dies wird durch eine Anfasung bzw. Abrundung des äußeren Randes der Innenlasche erreicht. Diese Anfasung an der Außenseite der Innenlasche beginnt im Bereich des Überganges vom konvexen Endbereich in

den mittleren, vorzugsweise konkaven Bereich der Laschenaußenkontur. Die Fase zeigt im mittleren Bereich der Innenlasche einen nahezu geradlinigen Verlauf der Übergangslinie, die von der Fasenfläche und der noch verbleibenden nicht angefassten Laschenoberfläche gebildet wird. Hierdurch wird der auf Zug und beim Schaltvorgang gelegentlich stark auf Torsion belastete mittlere Laschenquerschnitt nicht zu sehr geschwächt. Dies gewinnt um so mehr an Bedeutung, da die Innenlasche, zur Verbesserung des Kettenauflaufes auf die Kettenradzähne, bereits über eine Anfasung an ihrer Innenseite verfügt.

Diese Maßnahme bewirkt zum einen, dass sich die Innenlasche bzw. das Zugtrumm der Kette, bevor sie am Ende des Schaltvorganges über den letzten Zahn springt, in axialer Richtung noch näher auf ihre endgültige Stellung, auf dem größeren Ketten-

- rad, zu bewegt und zum anderen, aufgrund der Anfasung oder Abrundung außen an der Innenlasche, nicht abrupt über die entsprechende Zahnkante springt, sondern weich über den Zahnrücke und aus dem Zahnbereich heraus gleiten kann.

Es hat sich gezeigt, dass jede einzelne Maßnahme, das Ausbilden von Nichtschaltzähnen am größeren Kettenrad durch Aussparungen bzw. Abweisfasen, die geschickte Anordnung der Aussparungen bzw. der Auslauffase und sowie das Anfasen des mittleren Bereiches außen an der Innenlasche, zu einer merklichen Geräuschreduzierung führt.

Besonders positiv wirkt sich die Kombination der Maßnahmen, am jeweils größeren Kettenrad und an der Innenlasche der Kette, auf die Geräuschreduzierung beim Schaltvorgang vom kleineren zum größeren Kettenrad aus. So wird am Ende des Schaltvorganges, wenn das Zugtrumm der Kette vom kleineren zum größeren Kettenrad wechselt, das ungewollte Zusammentreffen sowohl einer Außenlasche als auch einer Innenlasche mit einem nicht präparierten Zahn durch geschickt angeordnete Aussparungen am Referenzzahn und durch eine Abweisfase bzw. Aussparung am benachbarten Zahn unterbunden. Zudem gelingt es der Kette, durch die Aussparung am Referenzzahn und durch die Aussparung bzw. durch die Auslauffase am benachbarten Zahn, möglichst nahe an die hintere Stirnseite des größeren Kettenrades zu gelangen. Des weiteren wird durch Anfasung der Außenseite der Innenlaschen der axial verlaufende Schaltsprung, der Innenlasche über den entsprechen-

den Zahnrücken des Zugtrummes, zusätzlich verringert. Diese Anfasung bzw. Rundung an der Innenlasche bringt zudem einen weichen Übergang der Kette in den sich, nach erfolgreichem Schaltvorgang, einstellenden neuen Kettenverlauf.

Zur Reduzierung des am Ende des Schaltvorganges, vom kleineren zum größeren Ritzel, entstehenden Schaltgeräusches werden zusammengefaßt folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- a) Anbringen einer Aussparung am Referenzzahn und einer Abweisfase bzw. einer Aussparung an dessen nachfolgendem Zahn, um am Anfang des Schaltvorganges zu verhindern, dass der Referenzzahn und dessen Nachbarzahn zum Fangzahn wird.
- b) Anbringen einer Aussparung am Referenzzahn und einer Auslauffase bzw. einer Aussparung am nachfolgenden Zahn, damit am Ende des Schaltvorganges ein möglichst kleiner axialer Weg für den Sprung der Kette über den vor dem Fangzahn positionierten Zahn verbleibt.
- c) Anfasung bzw. Rundung des mittleren Bereiches außen an der Innenlaschenkontur, um den noch verbleibenden Kettensprung über den Zahnrücken des vor dem Fangzahn angeordneten Zahnes zu verringern und gleitend einzuleiten.
- d) Die Kombination der vorgeschlagenen Maßnahmen, am Referenzzahn und an dem nachfolgenden Zahn des größeren Kettenrades sowie das Anfasen der Außenkante der Innenlaschen.

Anhand mehrerer Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele zur Reduzierung der Schaltgeräusche bzw. des axialen Kettenweges am Ende des Schaltvorganges, vom kleineren zum größeren Kettenrad, erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** zeigt ein Kettenrad mit einer Aussparung am Referenzzahn und den nachfolgenden Zahn mit einer Abweis- und Auslauffase.

**Fig. 2** zeigt eine Kettenradanordnung mit einem kleineren und größeren Kettenrad, wobei die Kette gerade mit einer Außenlasche seitlich am Referenzzahn des größeren Kettenrades anliegt und der nachfolgende Zahn mit einer Abweis- und Auslauffase ausgestattet ist.

**Fig. 3** zeigt den Kettenverlauf von Fig. 2 in der Draufsicht.

**Fig. 4** zeigt eine Kettenradanordnung, wobei die Kette gerade mit einer Innenlasche seitlich am Referenzzahn des größeren Kettenrades anliegt und der nachfolgende Zahn mit einer Abweis- und Auslauffase ausgestattet ist.

**Fig. 5** zeigt den Kettenverlauf von Fig. 4 in der Draufsicht.

**Fig. 6** zeigt ein Kettenrad mit einer Aussparung am Referenzzahn und am nachfolgenden Zahn.

**Fig. 7** zeigt eine Kettenradanordnung mit einem kleineren und größeren Kettenrad, wobei die Kette gerade mit einer Außenlasche seitlich am Referenzzahn des größeren Kettenrades anliegt und der nachfolgende Zahn mit einer Aussparung ausgestattet ist.

**Fig. 8** zeigt den Kettenverlauf von Fig. 7 in der Draufsicht.

**Fig. 9** zeigt eine Kettenradanordnung, wobei die Kette gerade mit einer Innenlasche seitlich am Referenzzahn des größeren Kettenrades anliegt und der nachfolgende Zahn mit einer Aussparung ausgestattet ist.

**Fig. 10** zeigt den Kettenverlauf von Fig. 9 in der Draufsicht.

**Fig. 11** zeigt ein Teilstück einer Kette mit außen angefassten Innenlaschen.

**Fig. 12** zeigt die Laschenfase an der äußeren Seite der Innenlasche.

**Fig. 13** zeigt im Schnitt das größere Kettenrad und ein Innenlaschenpaar, bevor die Kette am Ende des Schaltvorganges in ihre endgültige Position springt.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**Figur 1** zeigt eine Kettenradhälfte des größeren Kettenrades 1 mit einer Aussparung 2 am Referenzzahn 3 und einer Abweisfase 5 sowie einer Auslauffase 6 am nachfolgenden Zahn 4. Diese Zahngruppe, bestehend aus einem Referenzzahn 3 und einem nachfolgenden Zahn 4, kann mehrfach am Umfang des größeren Kettenrades 1 angeordnet sein.

Das größere Kettenrad 1 ist nicht unbedingt das größte Kettenrad sondern lediglich größer als das kleinere Kettenrad von dem aus die Kette auf das benachbarte größere Kettenrad 1 umgeworfen wird. Die Aussparung 2 am Referenzzahn 3 verläuft, auf der zum kleineren Kettenrad gerichteten Seite, nicht nur im Zahnbereich, sondern erstreckt sich etwa bis zum Fußkreis des benachbarten kleineren Kettenrades. Die Tiefe der Aussparung 2 entspricht etwa einer Laschendicke. Die Aussparung 2, die am Zahngrund 8 zwischen dem Referenzzahn 3 und dem nachfolgenden Zahn 4 ausläuft, bildet zusammen mit der, dem Referenzzahn 3 zugewendeten Zahnflanke des nachfolgenden Zahnes 4 eine Auflauframpe 7. Sie ermöglicht das Abstützen einer Außenlasche am Anfang des Schaltvorganges. Zusätzlich zur Aussparung verfügt der Referenzzahn am Zahnrücken noch über eine Abweisfase 5 die, in Drehrichtung 10 gesehen, am Anfang des Referenzzahnes 3 stark ausgeprägt ist und dann am Ende des Zahnes am Zahnrücken ausläuft. Die Abweisfase 5 am nachfolgenden Zahn 4 verläuft in etwa parallel zum Zahnrücken, wobei der Zahnrücken entweder an der hinteren, auf der zum nächst größeren Zahnrad gerichteten, Stirnfläche angrenzt oder sich in nächster Nähe dazu befindet. Die Abweisfase 5 am nachfolgenden Zahn 4 und die Aussparung 2 und die Abweisfase 5 am Referenzzahn 3 verhindern das Einfädeln des jeweiligen Zahnes in das Außenlaschenpaar der Kette und machen somit beide Zähne zu Nichtfang- bzw. Nichtschaltzähnen. Die Auslauffase 6 befindet sich auf der dem Referenzzahn 3 abgewendeten Seite und beginnt am Zahnfuß und verläuft nach außen bis zum Zahnrücken bzw. geht in die Abweisfase 5 über. Die Auslauffase 6 wird in Richtung Zahnrücken breiter und der Zahn im Bereich der Fase immer dünner. Diese Auslauffase 6 bildet zum einen eine

Schaltgasse zum benachbarten Fangzahn **9** und zum anderen gleitet am Ende des Schaltvorganges eine Innenlasche an ihr hoch, bis sie schließlich, in unmittelbarer Nähe der hinteren Stirnseite, über den Zahnrücken springt. Der Fangzahn **9** verfügt auf der hinteren Stirnseite, ebenfalls zur Bildung bzw. Fortsetzung der Schaltgasse, über eine bis zum Zahngrund verlaufende Aussparung.

**Figur 2** zeigt eine Kettenradanordnung mit einem kleineren Kettenrad **11** einem größeren Kettenrad **1** sowie einem Kettenabschnitt, wobei zum besseren Verständnis die vorderen Laschen nicht dargestellt sind. Die Kette **12** wird vom kleineren Kettenrad **11** zum größeren Kettenrad **1** umgeworfen, wobei sich gerade eine Außenlasche **13** seitlich am Referenzzahn **3** des größeren Kettenrades **1** anlegt und der nachfolgende Zahn **4** mit einer Abweisfase **5** und Auslauffase **6** ausgestattet ist. Die Kette **12** befindet sich auf dem Weg vom kleineren Kettenrad **11** zum größeren Kettenrad **1** und bildet dabei die Kettenübergangsstrecke. Definitionsgemäß ist der Referenzzahn **3**, der erste Zahn vor der Zahnlücke am größeren Kettenrad **1**, in die eine Kettenrolle **15**, am Anfang des Schaltvorganges, wenn ein Kettenabschnitt am größeren Kettenrad **1** vorbeistreicht, optimal passen würde. In Figur 2 befindet sich die erste gezeigte Kettenrolle **15** noch im Eingriff auf dem kleineren Kettenrad **11**, während die dritte Kettenrolle optimal in die Zahnlücke, zwischen dem Referenzzahn **3** und dem nachfolgenden Zahn **4** passen würde. Die ersten beiden Kettenrollen **15** werden von Innenlaschen **14** miteinander verbunden. Die Außenlache **13** stützt sich an der Auflauframpe **7** ab, nachdem sie von der Abweisfase **5** am Übersteigen des Referenzzahnes gehindert wurde. Diese Auflauframpe **7** wird von der Aussparung **2** gebildet und befindet sich an der zum kleineren Kettenrad **11** gerichteten Stirnseite des größeren Kettenrades **1**. An der Auflauframpe **7** stützt sich nun die Außenlasche **13** ab und bringt die nachfolgende Innenlasche **14** auf das Niveau des Teilkreises am größeren Kettenrad **1**. Die Auslauffase **6** am nachfolgenden Zahn **4** bildet eine Schaltgasse und erlaubt der Innenlasche **14** einen ersten axialen Schritt in Richtung größeres Kettenrad **1**. Die nachfolgende Außenlasche **13** gelangt nun über den Fangzahn **9**, der auf der hinteren Stirnseite mit einer Aussparung ausgestattet ist, die eine Verlängerung der Schaltgasse des vorangegangenen Zahnes bildet. Das nachfolgende Kettenglied mit Innenlaschen und weitere Kettenglieder der Kette **12** laufen nun automatisch auf das größere Kettenrad **1** auf.

Am Ende des Schaltvorganges dreht sich das kleinere Kettenrad 11 unter der gespannten, unter Last stehenden Kette 12 weg. Dabei gleitet die Außenlasche 13 am ausgesparten Referenzzahn 3 hoch und die Innenlasche 14 rutscht entlang der Auslauffase 6, in Richtung hintere Stirnseite, bis zum Zahnrücken des nachfolgenden Zahnes 4. Anschließend springt das Zugtrumm der Kette 12 über den Zahnrücken und nimmt ihre endgültige, der Schaltstellung entsprechende Lage ein. Während dieses Schaltvorganges gelangt die Innenlasche 14 entlang der Auslauffase 6 von der vorderen Stirnseite am Zahngrund 8 des nachfolgenden Zahnes 4 bis zum Zahnrücken, der sich in unmittelbarer Nähe der hinteren Stirnseite befindet. Hierdurch wird der noch für den Kettensprung erforderliche axiale Weg und das damit verbundene Schaltgeräusch merklich verringert.



**Figur 3** zeigt den Kettenverlauf von Figur 2 in der Draufsicht, dabei wurde die Kette 12, bis auf die Kettenrollen 15, zur besseren Erläuterung durchsichtig dargestellt. Die Kette 12 befindet sich auf dem Weg vom kleineren Kettenrad 11 zum größeren Kettenrad 1. Die Kettenübergangsstrecke verläuft von einem Kettengelenk, das als letztes Kettengelenk zwischen den letzten beiden Zähnen des kleineren Kettenrades eingreift, zu einem Kettengelenk, das als erstes zwischen zwei Zähnen des größeren Kettenrades 1 eingreift. Dabei wird der erste Zahn am größeren Kettenrad, vor der Lücke, in die eine Kettenrolle 15 beim Umschaltvorgang optimal passen würde, als Referenzzahn 3 definiert und der Zahn, der als erster zwischen ein Kettenlaschenpaar eintaucht als Fangzahn 9 bezeichnet. Nachdem die Kette 12 am Leertrumm vom Umwerfer in Richtung größeres Kettenrad 1 bewegt wird, gelangt die Außenlasche 13 an den Referenzzahn 3. Die Aussparung 2 und die Abweisfase 5 am Referenzzahn 3 verhindern, dass die Kette 12 mit der Außenlasche 13 über den Referenzzahn 3 gelangt, bzw. dass der Referenzzahn 3 in das Außenlaschenpaar einfädeln. Ebenso verhindert die Abweisfase 5 am nachfolgenden Zahn 4, dass die Kette 12 mit der folgenden Innenlasche 14 über den Zahnrücken gelangt. Erst dem Fangzahn 9 gelingt es zwischen das nachfolgenden Außenlaschenpaar einzutauchen und zwingt damit den weiteren Kettenverlauf zur Nachfolge auf das größere Kettenrad 1. An der Rückseite des Fangzahnes 9 und des nächsten Zahnes befindet sich jeweils eine Aussparung 2 oder eine entsprechende Anfasung, die zusammen mit der Auslauffase 6 eine gemeinsame Schaltgasse bildet.

Am Ende des Schaltvorganges, wenn die Zähne des kleineren Kettenrades 11 unter dem Zugtrumm der Kette 12 wegtauchen, gleitet die Außenlasche 13 nahezu geräuschfrei an der Aussparung 2 vorbei. Die nachfolgende Innenlasche 14 streift entlang der Auslauffase 6 bis zum Zahnrücken. Die Innenlasche 14 bzw. die Kette 12 legt dabei schon einen axialen Weg zurück, so dass der Sprung über den Zahnrücken nicht zu groß ausfällt, was zur Reduzierung des Schaltgeräusches beiträgt.

**Figur 4** zeigt eine Kettenradanordnung mit einem kleineren Kettenrad 11 und einem größeren Kettenrad 1. Die Kette 12 wird vom kleineren Kettenrad 11 zum größeren Kettenrad 1 umgeworfen, wobei gerade eine Innenlasche 14 seitlich am Referenzzahn 3 des größeren Kettenrades 1 anliegt und der nachfolgende Zahn 4 mit einer Abweisfase 5 und einer Auslauffase 6 ausgestattet ist. Die Kette 12 befindet sich auf dem Weg vom kleineren Kettenrad 11 zum größeren Kettenrad 1 und bildet dabei die Kettenübergangsstrecke. Die Innenlasche 14 schwenkt seitlich am Referenzzahn 3 vorbei. Die nachfolgende Außenlasche 13 wird von der Abweisfase 5 am Übersteigen des nachfolgenden Zahnes 4 gehindert, somit schwenkt auch die Außenlasche 13 seitlich am nachfolgenden Zahn 4 vorbei. Die nachfolgende Innenlasche 14 gelangt ebenfalls nicht über den Zahnrücken des zweiten Zahnes nach dem Referenzzahn 3. Dieser Schaltvorgang gelingt nicht an diesem Zahnbereich des größeren Kettenrades 1, sondern erst dann, wenn wieder eine Außenlasche 13 seitlich am nächsten Referenzzahn 3 anliegt. Dann läuft der Schaltvorgang so ab, wie er in der Beschreibung zu Figur 2 erläutert wurde.

**Figur 5** zeigt den Kettenverlauf von Figur 4 in der Draufsicht, dabei wurde die Kette 12, bis auf die Kettenrollen 15, zur besseren Erläuterung durchsichtig dargestellt. Die Kette 12 befindet sich auf dem Weg vom kleineren Kettenrad 11 zum größeren Kettenrad 1. Die Kette 12 wird am Leertrumm vom Umwerfer in Richtung größeres Kettenrad 1 bewegt, dabei schwenkt die Innenlasche 14 seitlich an den Referenzzahn 3. Die Aussparung 2 und die Abweisfase 5 am Referenzzahn 3 sowie die gegenüber einer Außenlasche 13 zurück gesetzte Position der Innenlasche 14 verhindern, dass die Kette 12 mit der Innenlasche 14 über den Referenzzahn 3 gelangt, bzw. dass der Referenzzahn 3 in das Innenlaschenpaar einfädet. Ebenso verhindert die Abweisfase 5 am nachfolgenden Zahn 4 dessen Einfädeln zwischen den Außenlaschen 13 der Kette 12. Die nachfolgende Innenlasche 14 und Außenlasche 13 gelangt eben-

falls nicht über den Zahnrücken des zweiten bzw. dritten Zahnes nach dem Referenzzahn **3**. Dieser Schaltvorgang gelingt somit nicht an diesem Kettenradsegment des größeren Kettenrades **1**, sondern erst dann, wenn wieder eine Außenlasche **13** seitlich am nächsten Referenzzahn **3** anliegt. Dann läuft der Schaltvorgang so ab, wie er in der Beschreibung zu Figur 2 und Figur 3 erläutert wurde.

**Figur 6** zeigt einen Kettenradausschnitt des größeren Kettenrades **1** mit einer Aussparung **2** am Referenzzahn **3** und am nachfolgenden Zahn **4**. Diese Zahngruppe, bestehend aus einem Referenzzahn **3** und einem nachfolgenden Zahn **4** kann mehrfach am Umfang des größeren Kettenrades **1** angeordnet sein.

Die Aussparung **2** am Referenzzahn **3** verläuft, auf der zum kleineren Kettenrad gerichteten Seite, nicht nur im Zahnbereich, sondern erstreckt sich etwa bis zum Fußkreis des benachbarten kleineren Kettenrades. Die Tiefe der Aussparung **2** entspricht etwa einer Laschendicke. Die Aussparung **2** am Referenzzahn **3** bildet eine Auflauframpe **7** die am Zahngrund **8** des nachfolgenden Zahnes **4** ausläuft. Sie ermöglicht das Abstützen einer Außenlasche am Anfang des Schaltvorganges. Die Aussparung **2** am nachfolgenden Zahn **4** bildet zusammen mit der darauf folgenden Zahntante ebenfalls eine Auflauframpe **7**.

Alternativ zu zwei unabhängig von einander angeordneten, benachbarten Aussparungen kann auch eine gemeinsame, sich über zwei Zähne erstreckende Aussparung angeordnet sein. Die Funktion der Auflauframpe wird in dieser gemeinsamen Aussparung von einer entsprechend plazierten inselförmigen Erhebung oder einer zusätzlich angebrachten Aufstiegshilfe übernommen.

Die Abweisfase **5** am Referenzzahn **3** und am nachfolgendem Zahn **4** ist in Drehrichtung **10** gesehen, am Anfang des jeweiligen Zahnes stark ausgeprägt und läuft am Ende des Zahnes am Zahnrücken aus. Die Aussparung **2** und die Abweisfase **5** verhindern das Einfädeln des jeweiligen Zahnes in das Außenlaschenpaar der Kette und machen somit beide Zähne, den Referenzzahn **3** und den nachfolgenden Zahn **4**, zu Nichtfang- bzw. Nichtschaltzähnen.

Der zweite Zahn nach dem Referenzzahn **3** ist an der vorderen Stirnseite mit einer Auslauffase **6** ausgestattet. Sie verläuft vom Zahngrund **8**, breiter werdend, bis zum Zahnrücken und bildet zum einen eine Schaltgasse zum nachfolgenden Fangzahn **9** und zum anderen gleitet am Ende des Schaltvorganges eine Innenlasche an ihr hoch, bis sie schließlich, in unmittelbarer Nähe der hinteren Stirnseite, über den Zahnrücken springt. Der Fangzahn **9** verfügt auf der hinteren Stirnseite, ebenfalls zur Bildung bzw. Fortsetzung der Schaltgasse, über eine bis zum Zahngrund **8** verlaufende Aussparung.

**Figur 7** zeigt eine Kettenradanordnung mit einem kleineren Kettenrad **11** und einem größeren Kettenrad **1**, wobei die Kette **12** gerade mit einer Außenlasche **13** seitlich am Referenzzahn **3** des größeren Kettenrades **1** anliegt und der Referenzzahn **3** sowie der nachfolgende Zahn **4** jeweils mit einer Aussparung **2** ausgestattet ist. Die Kette **12** befindet sich auf dem Weg vom kleineren Kettenrad **11** zum größeren Kettenrad **1** und bildet dabei die Kettenübergangsstrecke. Die Außenlasche **13** gelangt aufgrund der Abweisfase **5** und der Aussparung **2** nicht über den Zahnrücken des Referenzzahnes **3**. Sie gleitet seitlich entlang der Aussparung **2** bis zur Auflauframpe **7** und stützt sich daran ab. Diese Auflauframpe **7** wird von der Aussparung **2** gebildet und befindet sich an der zum kleineren Kettenrad **11** gerichteten Stirnseite des größeren Kettenrades **1**. Die Tiefe der Aussparung **2** entspricht in etwa der Laschendicke. Die sich an der Auflauframpe **7** abstützende Außenlasche **13** bringt die nachfolgende Innenlasche **14** auf das Niveau des Teilkreises am größeren Kettenrad **1**. Die Aussparung **2** am nachfolgenden Zahn **4** erlaubt der Innenlasche **14** einen ersten axialen Schritt in Richtung größeres Kettenrad **1**. Die nachfolgende Außenlasche **13** gelangt nun über den Fangzahn **9**, der auf der hinteren Stirnseite mit einer Anfasung oder einer Aussparung ausgestattet ist, die das Auflaufen der Außenlasche **13** unterstützt. Das nachfolgende Kettenglied mit Innenlaschen und weitere Kettenglieder der Kette **12** laufen nun automatisch auf das größere Kettenrad **1** auf. Am Ende des Schaltvorganges dreht sich das kleinere Kettenrad **11** unter der gespannten, unter Last stehenden Kette **12** weg. Die Kette **12** wechselt die Spur. Dabei gleitet die Außenlasche **13** am ausgesparten Referenzzahn **3** hoch und die Innenlasche **14** rutscht entlang der Aussparung **2**, bis zum Zahnrücken des nachfolgenden Zahnes **4**. Anschließend springt das Zugtrumm der Kette **12** über den Zahnrücken und nimmt die endgültige, der Schaltstellung entsprechende Lage ein. Entlang der

Aussparung **2** gelangt die Innenlasche **14** von der vorderen Stirnseite am Zahngrund **8** des nachfolgenden Zahnes **4** bis zum Zahnrücken der sich in unmittelbarer Nähe der hinteren Stirnseite befindet. Hierdurch wird der noch für den Kettensprung erforderliche axiale Weg und das damit verbundene Schaltgeräusch deutlich verringert.

**Figur 8** zeigt den Kettenverlauf von Fig. 7 in der Draufsicht, dabei wurde die Kette **12** bis auf die Kettenrollen **15** zur besseren Erläuterung durchsichtig dargestellt. Die Kette **12** befindet sich auf dem Weg vom kleineren Kettenrad **11** zum größeren Kettenrad **1**. Die Kette **12** wird vom Umwerfer in Richtung größeres Kettenrad **1** bewegt, hierbei gelangt die Außenlasche **13** an den Referenzzahn **3**. Die Aussparung **2** und die Abweisfase **5** am Referenzzahn **3** verhindern, dass der Referenzzahn **3** in das Außenlaschenpaar einfädelt. Ebenso verhindert die Aussparung **2** und die Abweisfase **5** am nachfolgenden Zahn **4**, dass die Kette **12** mit der folgenden Innenlasche **14** über den Zahnrücken gelangt. Erst dem Fangzahn **9** gelingt es, zwischen dem nachfolgenden Außenlaschenpaar einzutauchen, wodurch auch der weitere Kettenverlauf zur Nachfolge auf das größere Kettenrad **1** gezwungen wird. Erleichtert wird das Auflaufen der Kette **12** durch weitere Aussparungen **2** an der hinteren Stirnseite des Fangzahnes **9** und des nächsten Zahnes. Hierdurch entsteht zusammen mit der Aussparung **2** eine Schaltgasse für die entsprechenden Kettenlaschen.

Am Ende des Schaltvorganges, wenn die Zähne des kleineren Kettenrades **11** unter dem Zugtrumm der Kette **12** weg tauchen, gleitet die Außenlasche **13** nahezu geräuschfrei an der Aussparung **2** vorbei. Die nachfolgende Innenlasche **14** streift entlang der Aussparung **2** bis zum Zahnrücken des nachfolgenden Zahnes **4**. Die Innenlasche **14** legt dabei schon einen axialen Weg in Richtung der endgültigen Kettenlage zurück, so dass der Sprung der Kette **12** über den Zahnrücken nicht zu groß ausfällt und das Schaltgeräusch reduziert wird.

**Figur 9** zeigt eine Kettenradanordnung mit einem kleineren Kettenrad **11** und einem größeren Kettenrad **1**. Die Kette **12** wird vom kleineren Kettenrad **11** zum größeren Kettenrad **1** umgeworfen, wobei gerade eine Innenlasche **14** seitlich am Referenzzahn **3** des größeren Kettenrades **1** anliegt und der nachfolgende Zahn **4** ebenso wie der Referenzzahn **3** mit einer Aussparung **2** ausgestattet ist. Die Kette **12** befindet sich auf dem Weg vom kleineren Kettenrad **11** zum größeren Kettenrad **1** und bildet

dabei die Kettenübergangsstrecke. Die Innenlasche 14 schwenkt seitlich am Referenzzahn 3 vorbei. Die folgende Außenlasche 13 wird von der Abweisfase 5 am Übersteigen des nachfolgenden Zahnes 4 gehindert und schwenkt seitlich am nachfolgenden Zahn 4 vorbei, bis sie sich an der durch die Ausprägung 2 und der darauf folgenden Zahnflanke gebildeten Auflauframpe 7 abstützt. Dadurch gelangt die nachfolgende Innenlasche 14 auf das Niveau des Teilkreises am größeren Kettenrad 1. Die Auslauffase 6 am zweiten Zahn nach dem Referenzzahn 3 bildet eine Schaltgasse und erlaubt der Innenlasche 14 einen ersten axialen Schritt in Richtung größeres Kettenrad 1. Die nachfolgende Außenlasche 13 gelangt nun über den Fangzahn 9, der auf der hinteren Stirnseite mit einer Anfasung oder mit einer Aussparung ausgestattet ist, die eine Verlängerung der Schaltgasse des vorangegangenen Zahnes bildet. Das nachfolgende Kettenglied mit Innenlaschen 14 und weitere Kettenglieder der Kette 12 laufen nun automatisch auf das größere Kettenrad 1 auf. Am Ende des Schaltvorganges dreht sich das kleinere Kettenrad 11 unter der gespannten, unter Last stehenden Kette 12 weg. Dabei gleitet die Außenlasche 13 am ausgesparten nachfolgenden Zahn 4 hoch und die nachfolgende Innenlasche 14 rutscht entlang der Auslauffase 6 am zweiten Zahn nach dem Referenzzahn 3, bis zum Zahnrücken hoch und bewegt sich dabei in Richtung hintere Stirnseite. Anschließend springt das Zugtrumm der Kette 12 über den Zahnrücken und nimmt ihre endgültige, der Schaltstellung entsprechenden Lage ein. Entlang der Auslauffase 6 gelangt die Innenlasche 14 von der vorderen Stirnseite am Zahngrund 8 des vor dem Fangzahn 9 angeordneten Zahnes bis zum Zahnrücken der sich in unmittelbarer Nähe der hinteren Stirnseite befindet. Somit wird der noch für den Kettensprung erforderliche axiale Weg und das damit verbundene Schaltgeräusch reduziert.

Diese Kettenradausführung mit zwei benachbarten Aussparungen 2 am Referenzzahn 3 und am nachfolgendem Zahn 4 hat gegenüber der in Figur 4 gezeigten Ausführung mit einer Aussparung 2 am Referenzzahn 3 und einer Abweisfase sowie einer Auslauffase am nachfolgenden Zahn den Vorteil, dass der Schaltvorgang vom kleineren Kettenrad 11 zum größeren Kettenrad 1 in jedem Fall erfolgreich abläuft, also auch dann, wenn eine Innenlasche, am Anfang des Schaltvorganges, seitlich am Referenzzahn ansteht.

**Figur 10** zeigt den Kettenverlauf von Fig. 9 in der Draufsicht, dabei wurde die Kette 12, bis auf die Kettenrollen 15, zur besseren Erläuterung durchsichtig dargestellt. Die Kette 12 befindet sich auf dem Weg vom kleineren Kettenrad 11 zum größeren Kettenrad 1. Die Kette 12 wird vom Umwerfer in Richtung größeres Kettenrad 1 bewegt, hierbei gelangt die Innenlasche 14 seitlich an den Referenzzahn 3. Die Aussparung 2 und die Abweisfase 5 am Referenzzahn 3 sowie der enge Abstand der Innenlaschen 14 verhindern, dass der Referenzzahn 3 in das Innenlaschenpaar einfädelt. Ebenso verhindert die Aussparung 2 und die Abweisfase 5 am nachfolgenden Zahn 4, dass die Kette 12 mit der folgenden Außenlasche 13 über den Zahnrücken gelangt. Auch die nächste Innenlasche streicht am zweiten Zahn nach dem Referenzzahn vorbei. Erst dem Fangzahn 9 gelingt es zwischen dem nachfolgenden Außenlaschenpaar einzutauchen, wodurch auch der weitere Kettenverlauf zur Nachfolge auf das größere Kettenrad 1 gezwungen wird. Erleichtert wird das Auflaufen der Kette 12 durch weitere Aussparungen 2 an der hinteren Stirnseite des Fangzahnes 9 und des nächsten Zahnes. Hierdurch entsteht zusammen mit der Auslauffase 6 eine Schaltgasse für die entsprechenden Kettenlaschen.

Am Ende des Schaltvorganges, wenn die Zähne des kleineren Kettenrades 11 unter dem Zugtrumm der Kette 12 weg tauchen, gleitet die Außenlasche 13 nahezu geräuschfrei an der Aussparung 2 des dem Referenzzahn 3 nachfolgenden Zahnes 4 vorbei. Die nachfolgende Innenlasche 14 streift entlang der Auslauffase 6 bis zum Zahnrücken des vor dem Fangzahn 9 angeordneten Zahnes. Die Innenlasche 14 legt dabei schon einen axialen Weg in Richtung der endgültigen Kettenlage zurück, so dass der Sprung der Kette 12 über den Zahnrücken nicht zu groß ausfällt, wodurch das Schaltgeräusch reduziert wird.

**Figur 11** zeigt ein Teilstück einer Kette 12 mit außen angefassten Innenlaschen 14. Diese Kette 12 besteht aus Kettenrollen 15 die sich zwischen den Innenlaschen 14 befinden und Außenlaschen 13 sowie Kettenbolzen 16. Laschen und Kettenrollen 15 werden von Kettenbolzen 16 zusammen gehalten, wobei die Enden der Kettenbolzen 16 im Bereich der Außenlaschen 13 vernietet sind. Die Innenseiten der Laschen sind im mittleren Bereich mit Innenfasen 22 ausgestattet, damit die Zähne am Kettenrad leichtgängig in die Kettenzwischenräume einfädeln können. Die Innenlaschen 14 sind zudem auch auf der Außenseite angefast. Die Laschenfasen 17 sind

symmetrisch angeordnet und beginnen, wenn die Rundung am Ende der Kette in die mittlere, konvexe Kontur übergeht. Nachdem die Laschenfase 17 ihre maximale Breite bzw. Tiefe erreicht hat, verläuft sie im mittleren Bereich der Innenlasche 14 mit konstanter Tiefe weiter. Hierdurch entsteht ein gerader mittlerer Abschnitt der Laschenfase 17 auf der äußeren Laschenoberfläche. Die Laschenfasen 17 erstrecken sich, im montierten Zustand, von einer Außenlasche 13 zur anderen. Von der ursprünglichen äußeren Oberfläche der Innenlasche 14 verbleibt im mittleren Laschenbereich nur noch ein schmaler Steg erhalten. Die Anfasung auf der inneren Seite und die Laschenfase 17 auf der äußeren Seite der Innenlasche 14 bilden im mittleren Laschenbereich entweder eine gemeinsame Kante oder zwei eng benachbarte Kanten, die abgerundet als eine Linie erscheinen.

- **Figur 12** zeigt die Laschenfasen 17 an der äußeren Seite der Innenlasche 14. Die ebene Fläche an der Außenseite der Innenlasche 14 wird von zwei Bolzenbohrungen 18 durchbrochen. Die Laschenfasen 17 erstrecken sich beidseitig über den mittleren Laschenbereich und beginnen am Laschenrand im Bereich, wo die konvexe Rundung am Laschenende in den konkaven mittleren Randabschnitt übergeht. Im mittleren Laschenbereich zeigen die Laschenfasen 17 sowie die verbleibende ebene Außenoberfläche der Innenlasche 14 einen geradlinigen Fasenverlauf 19. Hierdurch wird eine große Fasenlänge bei in etwa gleichbleibendem Laschenquerschnitt erreicht. Eine möglichst große Fasentiefe ist für die Verringerung der Schaltgeräusche entscheidend, sie reicht von der Laschenoberfläche annähernd bis zur Innenfasenkante 20. Außenfasenkante 21 und Innenfasenkante 20 liegen somit eng beieinander und können, wenn diese Kanten noch abgerundet werden, einen gemeinsamen, schmalen Laschenrand bilden.

**Figur 13** zeigt im Schnitt das größere Kettenrad 1 und ein Innenlaschenpaar, mit zwei Innenlaschen 14, zwei Außenlaschen 13 und der Kettenrolle 15, bevor die Kette am Ende des Schaltvorganges in ihre endgültige Position, vom kleineren Kettenrad 11 kommend, auf das größere Kettenrad 1 springt. Die Innenlasche 14 liegt mit dem Laschenrand des mittleren Laschenbereiches bzw. mit der Außenfasenkante 21 innen am Zahnrücken des vor dem Fangzahn angeordneten Zahnes an. Die Außenfasenkante 21 wird von der Laschenfase 17 und der Innenfase 22 gebildet. Die Innenlasche 14 gleitet entlang der Laschenfase 17 in axialer Richtung über den Zahn-

rücken. Der Zahnrücken befindet sich aufgrund der Auslauffase **6** bzw. der Abweisfase **5** schon in unmittelbarer Nähe der hinteren Zahnstirnfläche. In dieser Lage befindet sich die Außenfläche der Innenlasche **14** in unmittelbarer Nähe einer gedachten Linie zur hinteren Stirnfläche des größeren Kettenrades **1**. Die Innenlasche **14** bzw. die Kette hat nun den maximal möglichen axialen Weg in Richtung endgültige Kettenlage zurück gelegt, bevor sie über den Zahnrücken springt. Somit wird der noch verbleibende axiale Kettenweg, bis die Kette gänzlich auf dem größeren Kettenrad **1** aufliegt, mit Hilfe der Laschenfase **17** minimiert.

**Bezugszeichenliste**

- 1 Größeres Kettenrad
- 2 Aussparung
- 3 Referenzzahn
- 4 Nachfolgender Zahn
- 5 Abweisfase
- 6 Auslauffase
- 7 Auflauframpe
- 8 Zahngrund
- 9 Fangzahn
- 10 Drehrichtung
- 11 Kleineres Kettenrad
- 12 Kette
- 13 Außenlasche
- 14 Innenlasche
- 15 Kettenrolle
- 16 Kettenbolzen
- 17 Laschenfase
- 18 Bolzenbohrung
- 19 Fasenverlauf
- 20 Innenfasenkante
- 21 Außenfasenkante
- 22 Innenfase

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Kettenschaltung für Fahrräder umfassend eine treibende und eine getriebene Kettenradeinheit, eine Kette zur Übertragung der Antriebskraft sowie einen Kettenumwerfer zum Einleiten des Schaltvorganges, wobei am jeweils größeren Kettenrad mindestens eine Zahnguppe mit einem Referenzzahn, einem nachfolgenden Zahn und mindestens einem Fangzahn angeordnet ist, die über eine geeignete Zahnform zur Verbesserung des Schaltvorganges vom kleineren zum größeren Kettenrad und zur Reduzierung des Schaltgeräusches verfügen. Maßnahmen zur Geräuschreduzierung sind: Seitliche Aussparung am Referenzzahn, Abweisfase und Auslauffase oder Aussparung am nachfolgenden Zahn sowie eine relativ große Anfasung im mittleren Bereich der Außenkante an der Innenlasche.

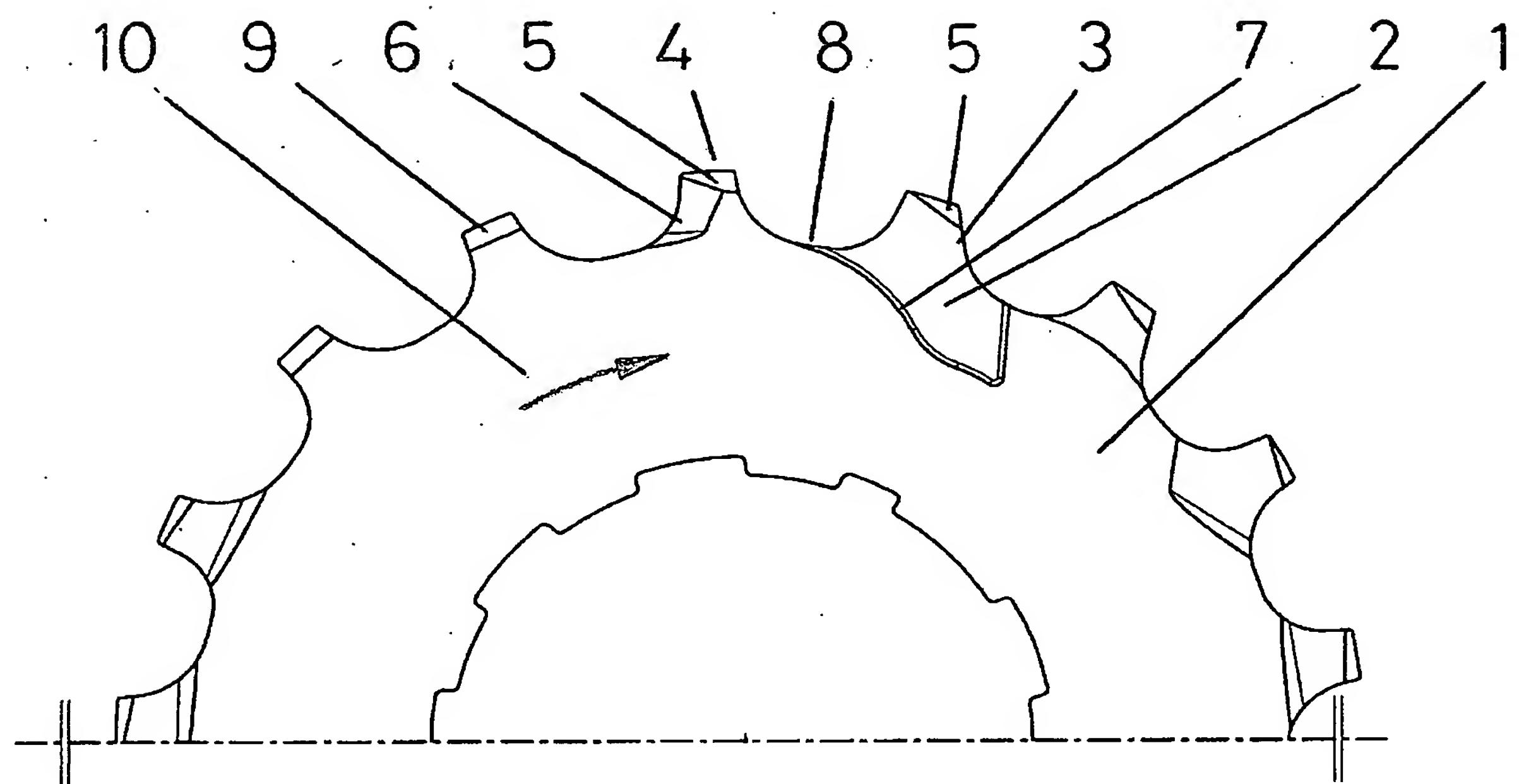


Fig. 1

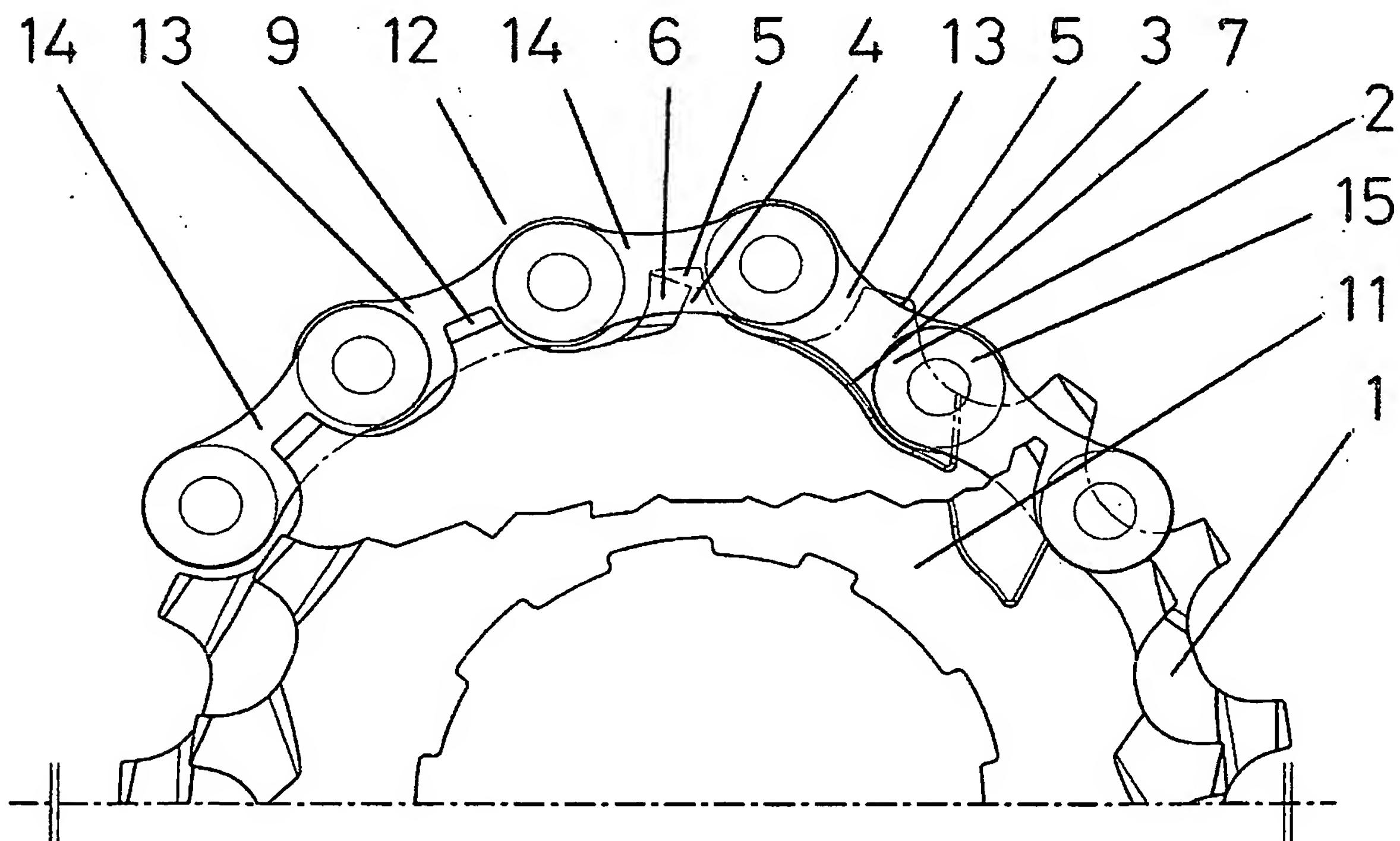


Fig. 2

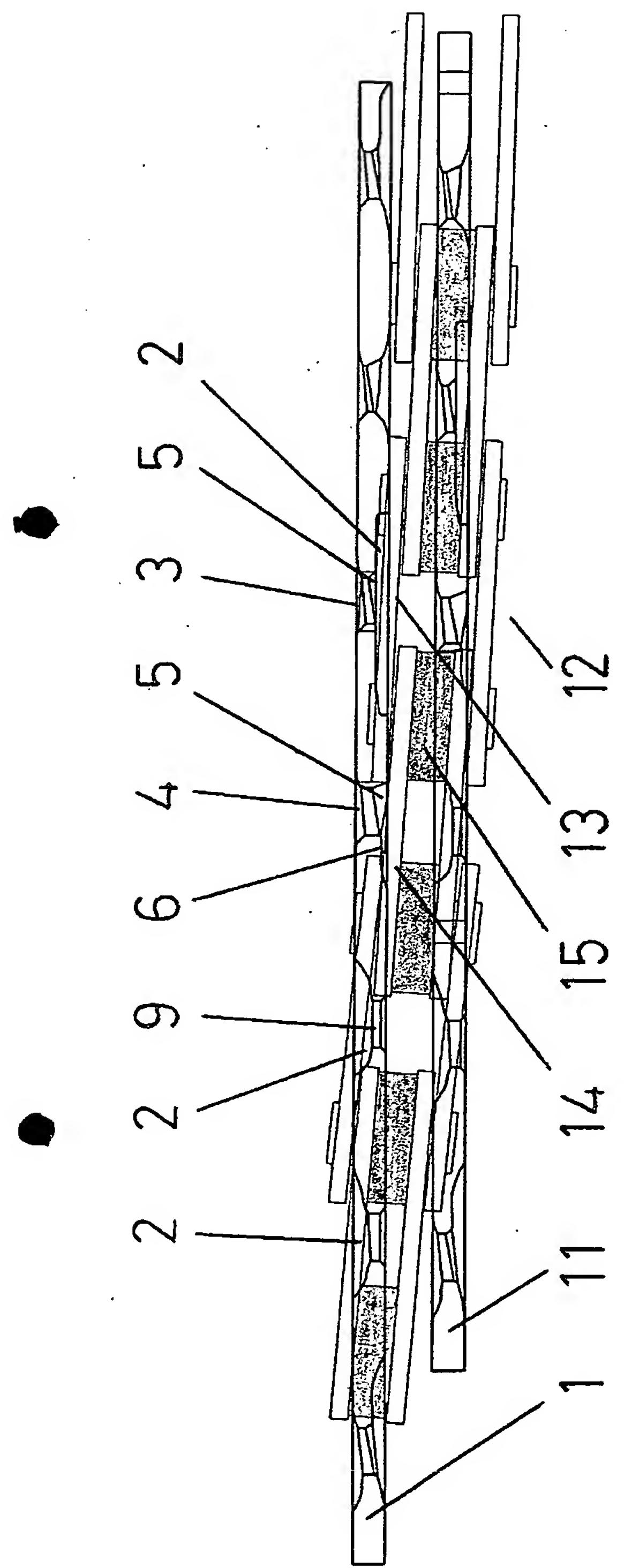


Fig. 3

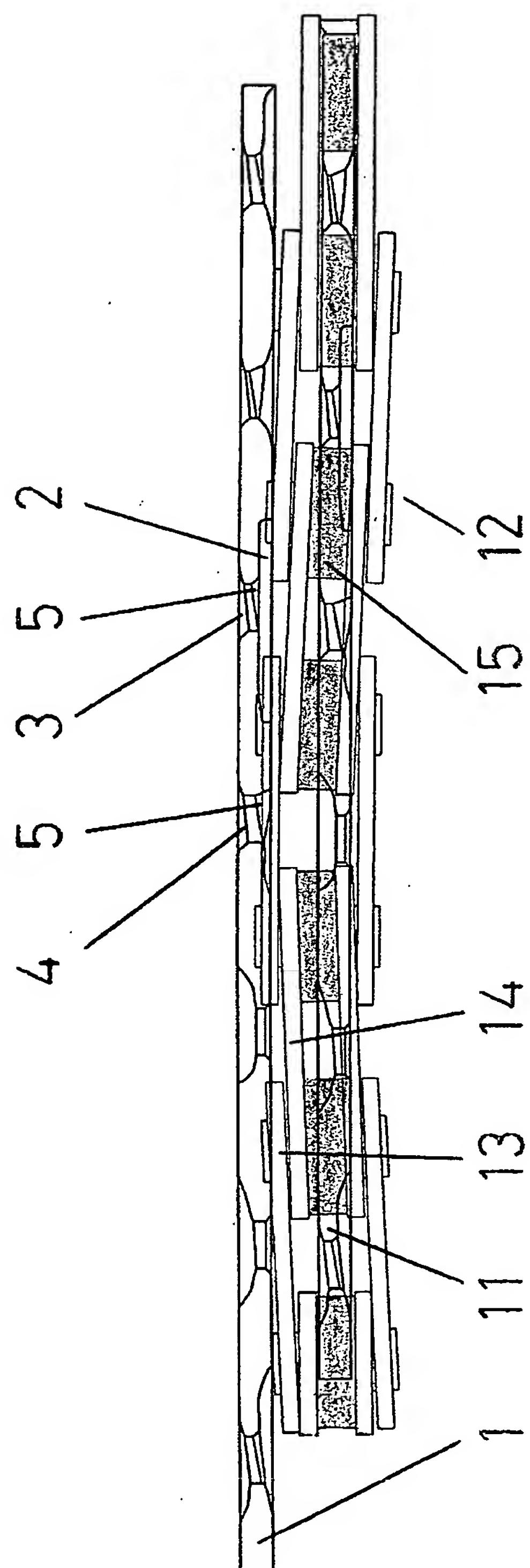


Fig. 5

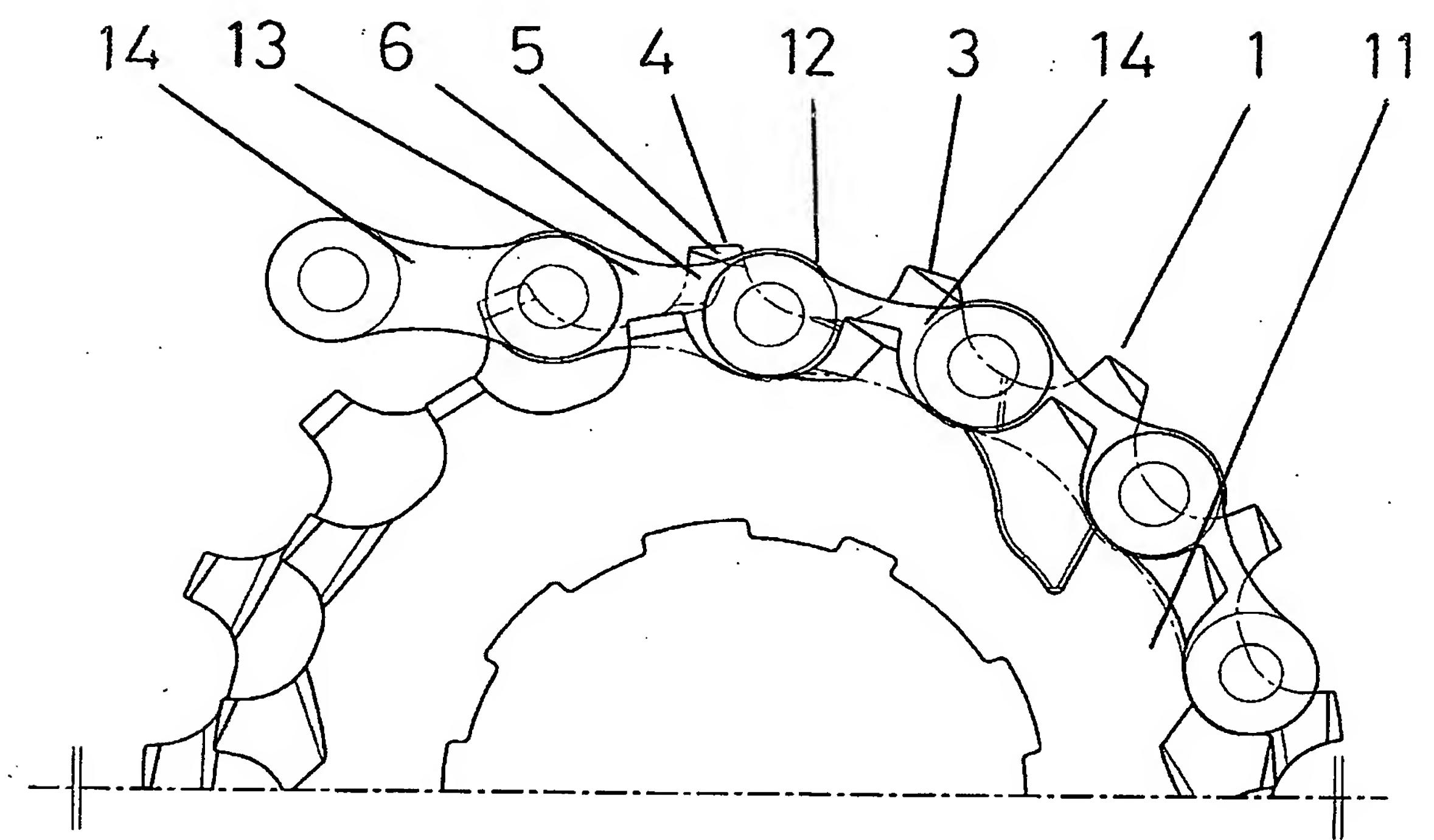


Fig. 4

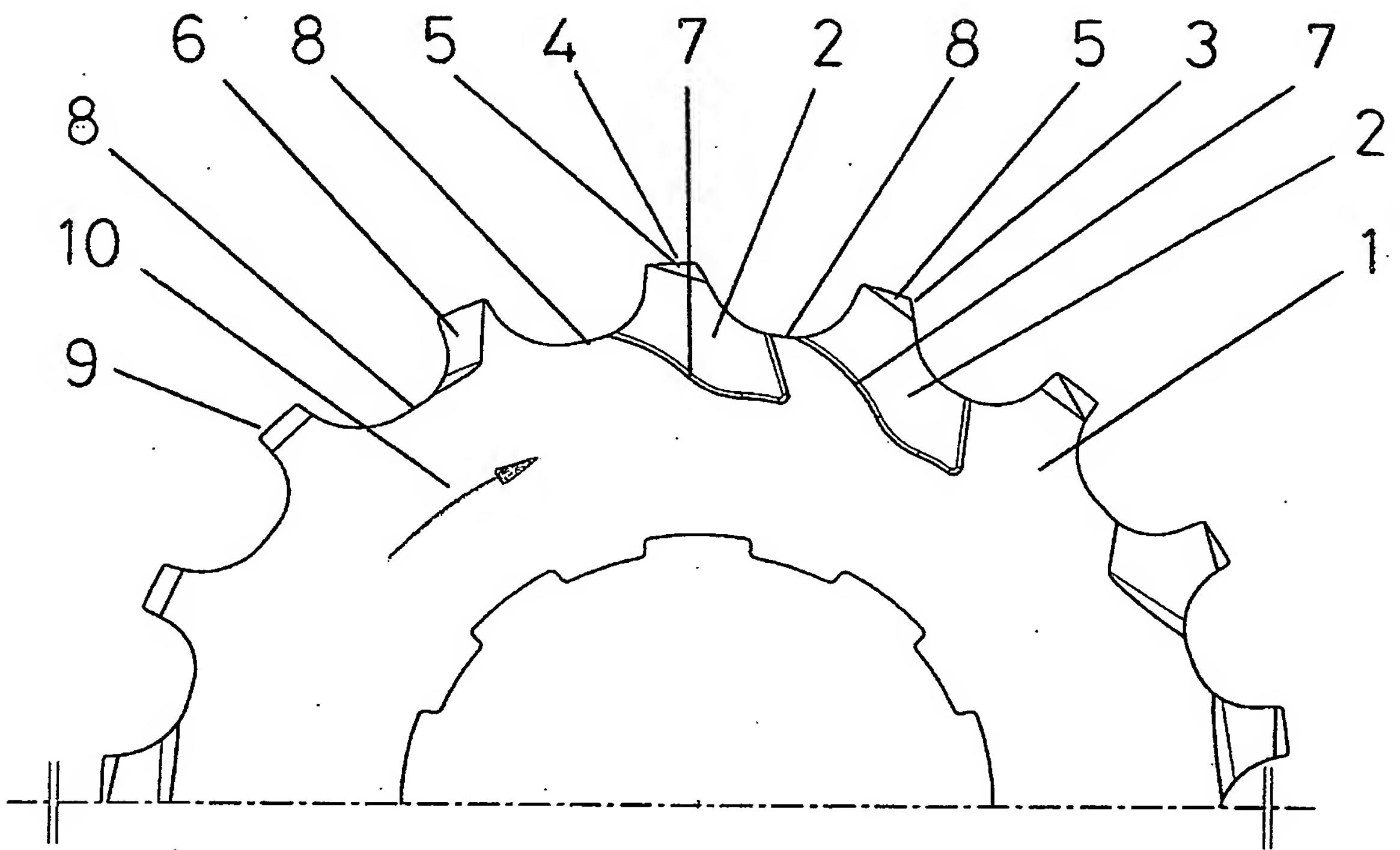


Fig. 6

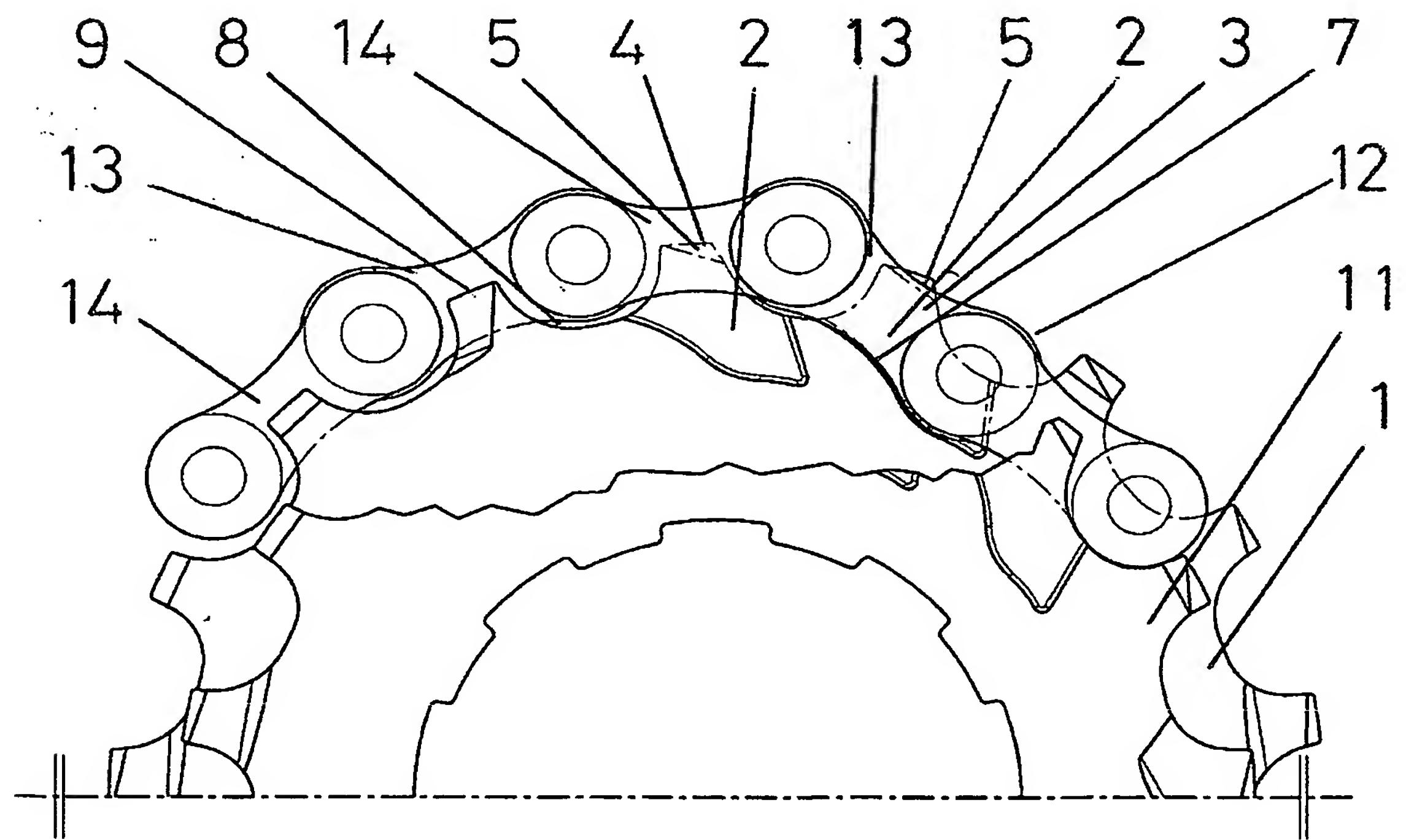


Fig. 7

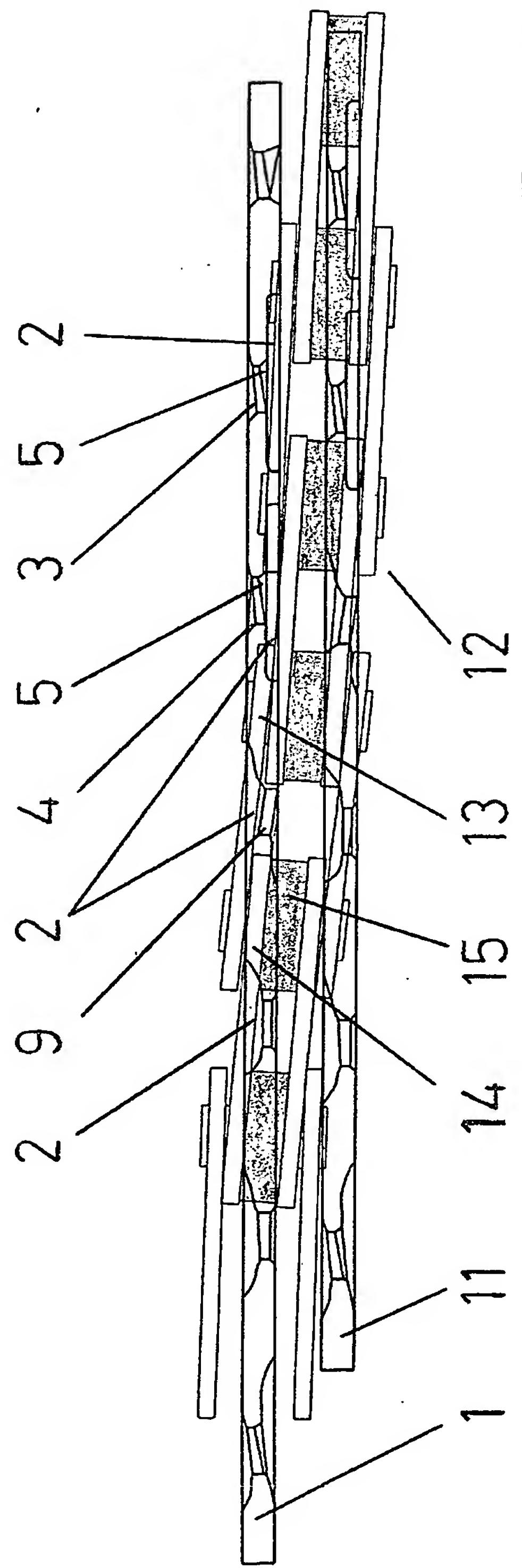


Fig. 8

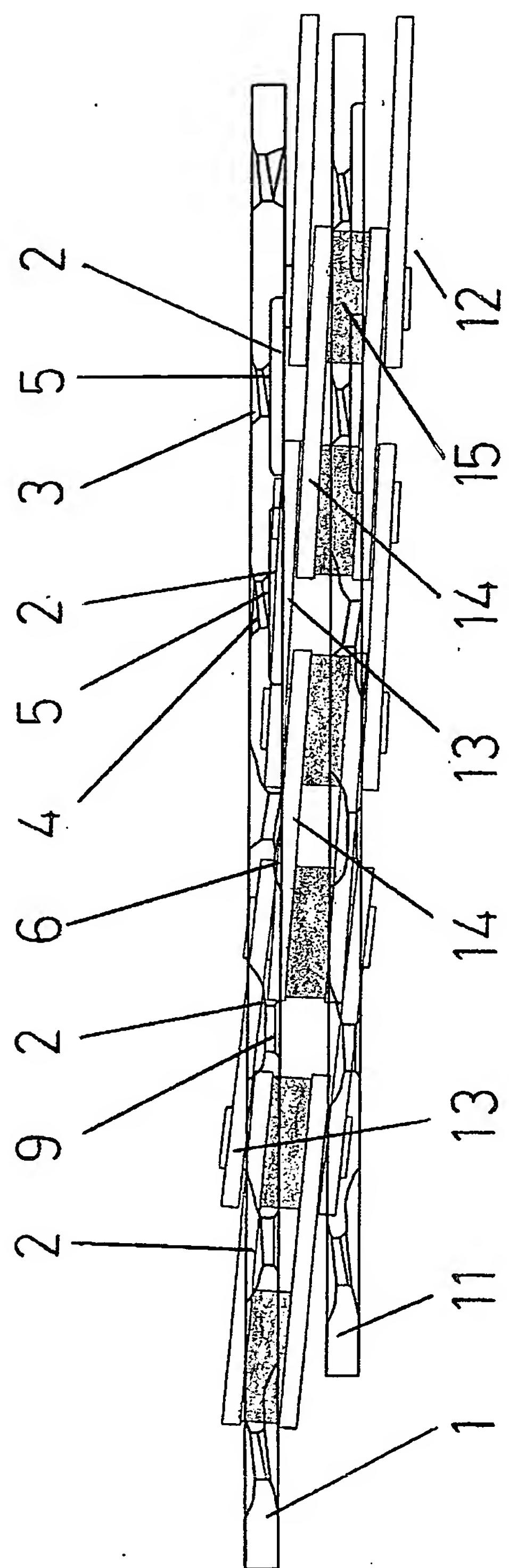


Fig. 10

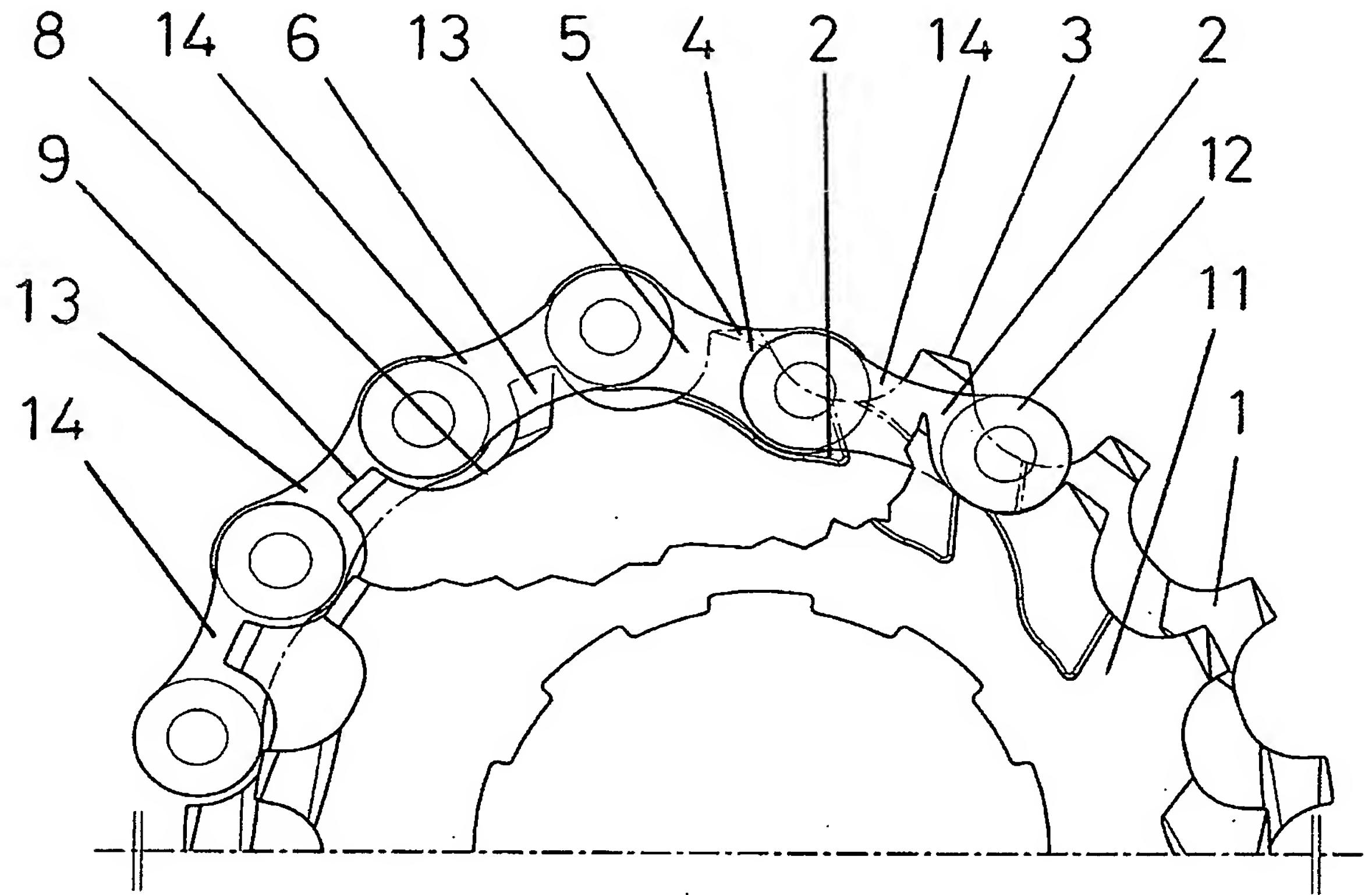


Fig. 9

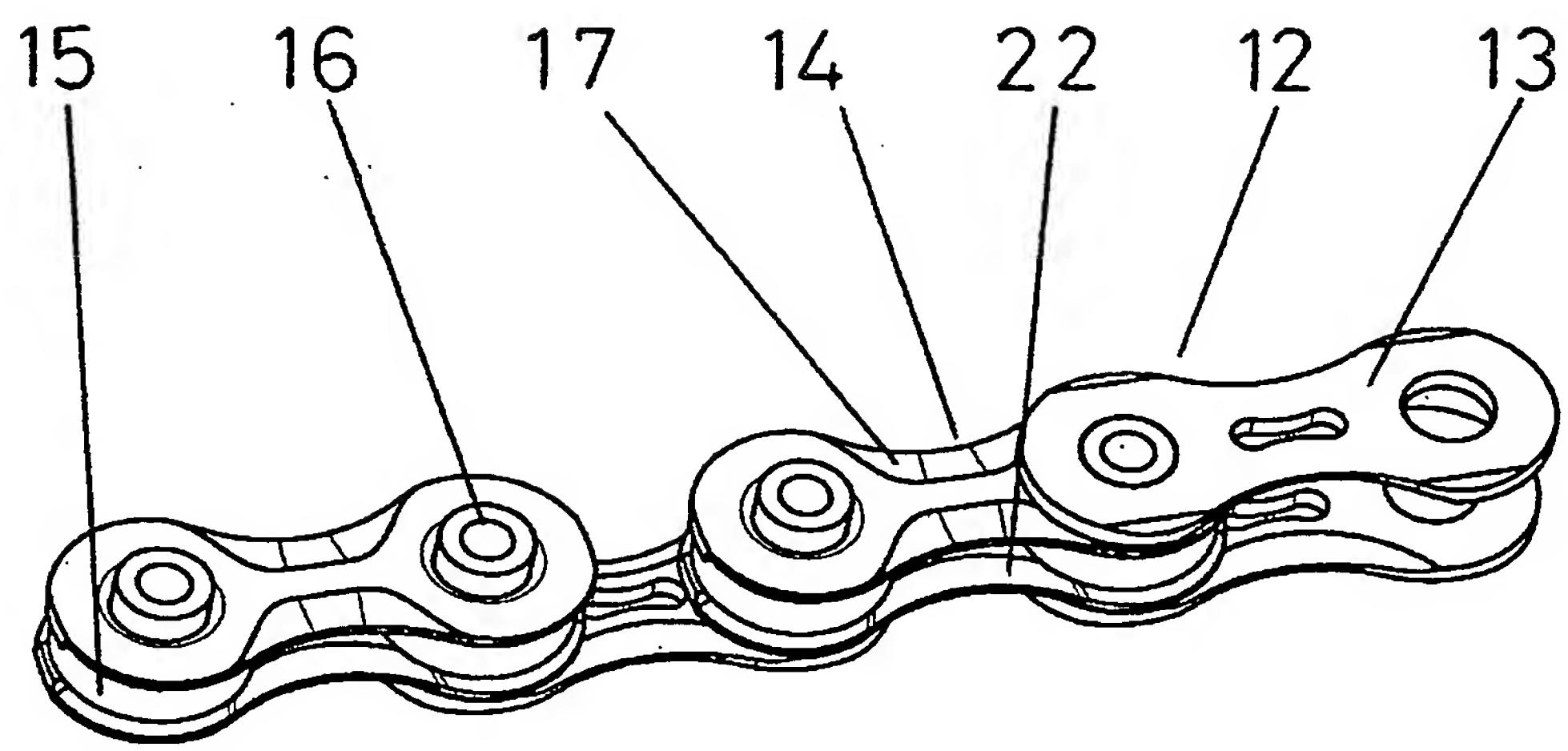


Fig. 11

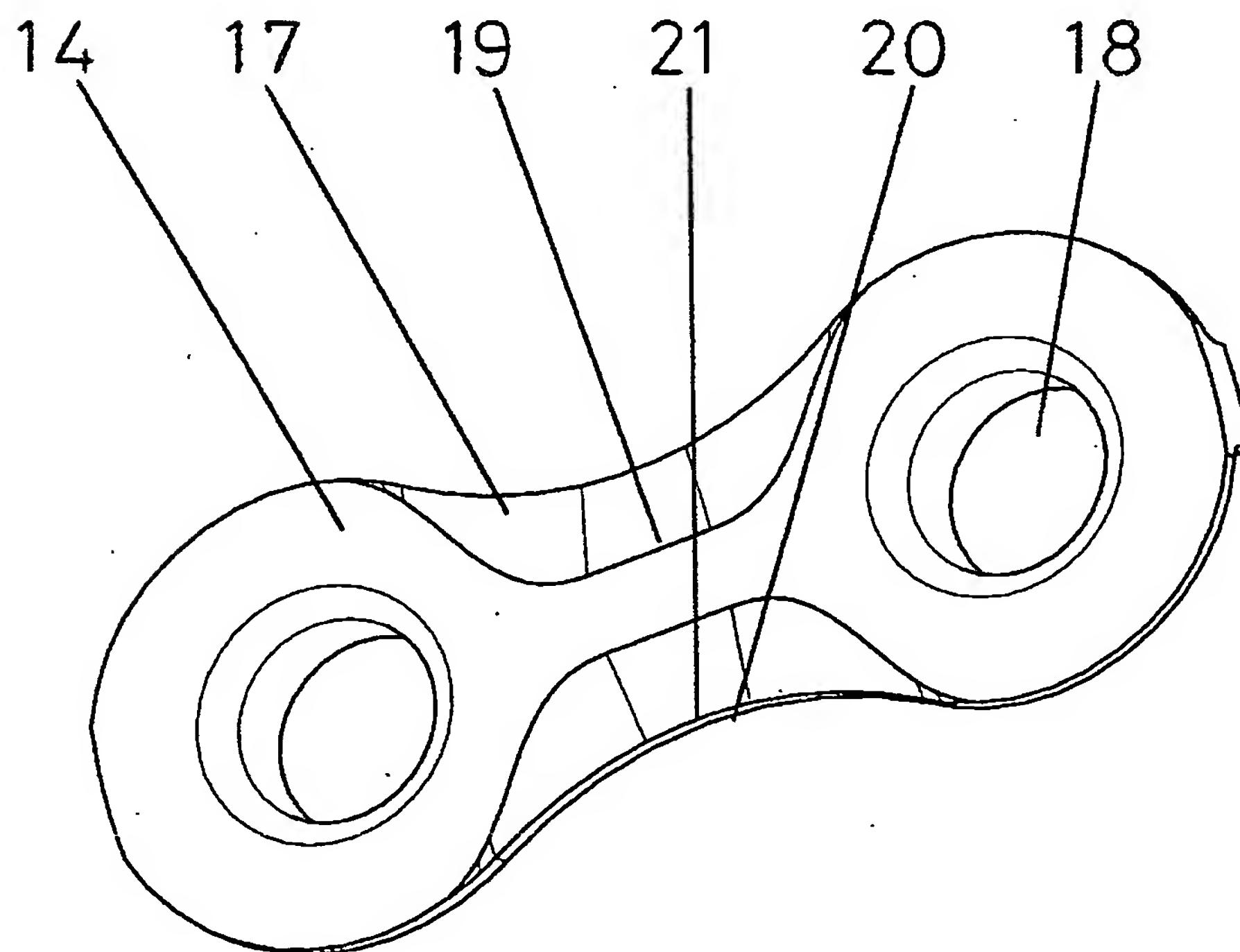


Fig. 12

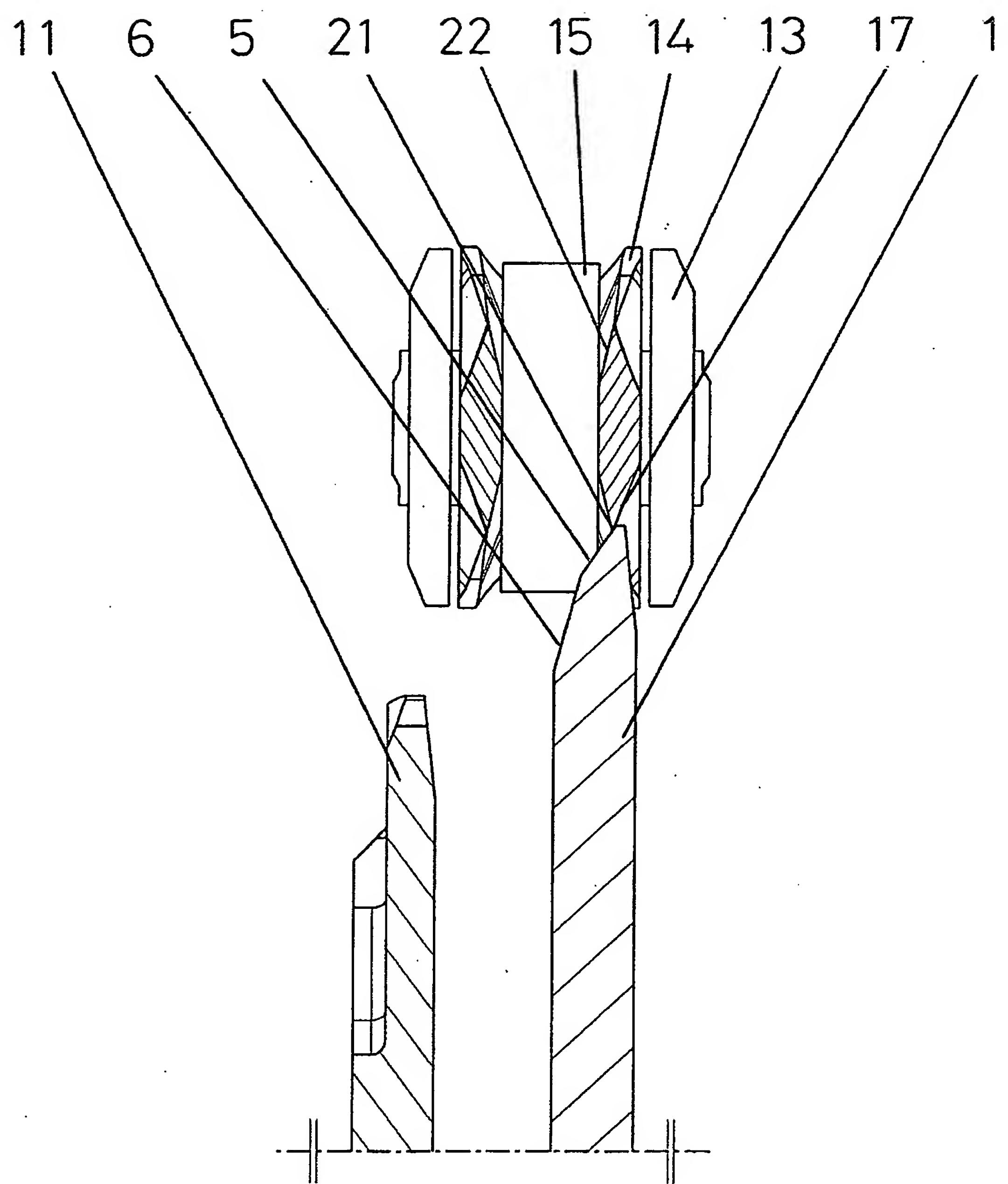


Fig. 13